

∴当 
$$x \in (0,1)$$
,  $\left(\frac{1}{a}, +\infty\right)$ 时,  $ax^2 - (a+1)x + 1 >$ 

0, 即 f'(x) > 0, f(x)是增函数;

当 
$$x \in \left(1, \frac{1}{a}\right)$$
时, $ax^2 - (a+1)x + 1 < 0$ ,即  $f'(x) <$ 

0, f(x)是减函数;

③当 
$$a > 1$$
 时, $ax^2 - (a+1)x + 1 = (ax-1)(x-1) =$ 

(4分)

(6分)

0 的根为  $x_1 = 1, x_2 = \frac{1}{a}$ ,

∴当
$$x \in \left(\frac{1}{a},1\right)$$
时, $ax^2 - (a+1)x + 1 < 0$ ,即 $f'(x) < 0$ ,

f(x)是减函数;

当
$$x \in (0, \frac{1}{a}), (1, +\infty)$$
时,  $ax^2 - (a+1)x + 1 > 0$ ,即

f'(x) > 0, f(x)是增函数.

综上所述,当 a=1 时, f(x) 在(0, + $\infty$ )上单调递增;

当 0 < a < 1 时, f(x) 在 (0,1),  $\left(\frac{1}{a}, +\infty\right)$  上单调递增; 在

 $\left(1,\frac{1}{a}\right)$ 上单调递减;

当 a > 1 时, f(x)在 $\left(\frac{1}{a},1\right)$ 上单调递减;在 $\left(0,\frac{1}{a}\right)$ ,(1,

十∞)上单调递增.

$$( []) : a > 0, \forall x \in (0, +\infty), n(x) = f'(x),$$

 $\diamondsuit h(x) = g(x) + n(x) - 1,$ 

∴若不等式  $g(x) + n(x) \ge 1$  恒成立,即证明  $h(x) \ge 0$  恒成立,

$$h(x) = g(x) + n(x) - 1 = ae^x + \frac{a+1}{x} - 2(a+1),$$

x>0

于是 
$$h'(x) = ae^x - \frac{a+1}{x^2} = \frac{ae^x \cdot x^2 - (a+1)}{x^2}$$
. (8分)

x(x+2)>0

即 p(x)在  $(0, +\infty)$  上是增函数. 而当  $x \to +\infty$  时,  $p(x) \to +\infty$ ,当  $x \to 0$  时, p(x) < 0,

∴  $∃x_0 ∈ (0, +\infty)$ , 使得  $p(x_0) = 0$ ,

∴当x∈(0,x<sub>0</sub>)时,p(x)<0,即h'(x)<0,此时,

h(x)单调递减;

当 $x \in (x_0, +\infty)$ 时,p(x) > 0,即h'(x) > 0,此时,

$$h(x)$$
单调递增,

$$h_{\min}(x) = h(x_0) = ae^{x_0} + \frac{a+1}{x_0} - 2(a+1), \quad \text{(1)}$$

由 
$$p(x_0) = 0$$
 可得  $ae^{x_0} \cdot x_0^2 - (a+1) = 0$ ,整理得  $ae^{x_0} = \frac{a+1}{x_0^2}$ , ②

代人①中,得
$$h(x_0) = \frac{a+1}{x_0^2} + \frac{a+1}{x_0} - 2(a+1)$$
,由

 $\forall x \in (0, +\infty)$ ,恒有 $h(x) \ge 0$ ,

转化为
$$\frac{a+1}{x_0^2} + \frac{a+1}{x_0} - 2(a+1) \ge 0$$
. ③ (10分)

$$: a>0$$
,  $: ③$ 式可化为 $\frac{1}{x_0^2} + \frac{1}{x_0} - 2 \ge 0$ , 整理得  $2x_0^2 - 2 \ge 0$ 

$$x_0 - 1 \leq 0$$
,解得 $-\frac{1}{2} \leq x_0 \leq 1$ ,

再由 
$$x_0 > 0$$
,得  $0 < x_0 \le 1$ .由②可得  $e^{x_0} \cdot x_0^2 = \frac{a+1}{a}$ .

令
$$m(x_0) = e^{x_0} \cdot x_0^2$$
,易得 $m(x_0)$ 在 $(0,1]$ 上是增函数,

所以
$$m(0) < m(x_0) \leq m(1)$$
,即 $0 < \frac{a+1}{a} \leq e$ ,

解得 
$$a > \frac{1}{e-1}$$

故实数 
$$a$$
 的取值范围为  $\left[\frac{1}{e-1}, +\infty\right)$ . (12 5)

22.【命题意图】本题考查参数方程与普通方程的互化、 极坐标方程与直角坐标方程的互化、参数的几何意 义,考查运算求解能力,考查化归与转化思想.

【名师指导】(I)消参把参数方程转化为普通方程,再利用公式把普通方程转化为极坐标方程即可求解; (II)将直线 l 的极坐标方程转化为直线 l 的直角坐标方程,再写出直线 l 的参数方程,将其代入曲线 C 的直角坐标方程,利用参数的几何意义,即可求解.

【全能解析】(I)由曲线 C 的参数方程  $\begin{cases} x=2\sqrt{3}\cos\varphi, \\ y=3\sin\varphi \end{cases}$ 

$$(\varphi$$
为参数),得  $\cos \varphi = \frac{x}{2\sqrt{3}}$ ,  $(\varphi$ 为参数)消去参数化  $\sin \varphi = \frac{y}{3}$ 

为普通方程为
$$\frac{x^2}{12} + \frac{y^2}{9} = 1$$
. (2分)

$$\begin{array}{c}
x = \rho \cos \theta, \\
y = \rho \sin \theta,
\end{array} \tag{3分}$$

$$3\rho^2\cos^2\theta + 4\rho^2\sin^2\theta = 36,$$

∴曲线 
$$C$$
 的极坐标方程为  $\rho^2 = \frac{36}{3 + \sin^2 \theta}$ . (5 分)

(4分)

则 
$$\sin \alpha = \left| \frac{n_3 \cdot \overline{EP}}{|n_3| |\overline{EP}|} \right| = \frac{3\sqrt{105}}{105} = \frac{\sqrt{105}}{35}.$$
 (12分)

【创新点分析】本题考查立体几何,利用平面与平面垂直的性质定理证明直线与直线垂直,以四棱锥为栽体,但是一些关键的具体数据不直接给出来,而是通过设定二面角余弦值为背景间接给出,考查等价转换能力和运算能力,在第(II)问设置中除了可以利用空间向量法计算直线与平面的正弦值,还可以利用传统法从二面角的平面角和等体积法求距离进而计算出直线与平面的夹角的正弦值。备考过程中同时关注向量法和传统法起到很好的导向作用.

20.【命题意图】本题考查椭圆的定义及标准方程、直线与椭圆的位置关系,考查运算求解能力、推理论证能力。

【名师指导】(I)由 $\triangle MNF_2$  的周长结合椭圆的定义得a,将点M的坐标代入椭圆C中,求出 $b^2$ ,进而确定椭圆的标准方程;(II)设出E点坐标,由题意得直线AE和BE的斜率和为0,分直线l的斜率存在和不存在两种情况讨论,结合韦达定理即可求解.

【全能解析】(I)依题意,直线  $MF_1$  与 y 轴的交点 N 是 线段  $F_1F_2$  中垂线上一点,故  $NF_1=NF_2$ . (1分) : $\triangle MNF_2$  的周长为 4,

:  $MF_2 + NM + NF_2 = MF_2 + NM + NF_1 = MF_2 +$ 

$$MF_1 = 2a = 4$$
, (2 分)

将 
$$M\left(1,\frac{3}{2}\right)$$
代入 $\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1$ ,得 $\frac{1}{4}+\frac{9}{4b^2}=1$ ,

解得 
$$b^2=3$$
, (4分)

∴椭圆 
$$C$$
 的标准方程为 $\frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{3} = 1.$  (5 分)

(II)假设在x轴上存在点E(m,0),使得x轴平分  $\angle AEB$ ,即两条直线斜率  $k_{AE}+k_{BE}=0$ , 当直线l的斜率存在时,设直线l的方程为y=k(x-1).

联立 
$$\begin{cases} y = k(x-1), \\ \frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{3} = 1, \end{cases}$$
 (7分)

消去 y 并整理,得(3+4 $k^2$ ) $x^2-8k^2x+4k^2-12=0$ .

设
$$A(x_1, y_1)$$
,  $B(x_2, y_2)$ , 则 $x_1 + x_2 = \frac{8k^2}{3+4k^2}$ ,

$$x_1 x_2 = \frac{4k^2 - 12}{3 + 4k^2}.$$

$$k_{AE} + k_{BE} = \frac{y_1}{x_1 - m} + \frac{y_2}{x_2 - m}$$

$$\frac{k(x_1-1)(x_2-m)+k(x_2-1)(x_1-m)}{(x_1-m)(x_2-m)}$$

$$= \frac{2kx_1x_2 - k(1+m)(x_1+x_2) + 2km}{x_1x_2 - m(x_1+x_2) + m^2}$$

$$=k \cdot \frac{\frac{8k^2 - 24}{3 + 4k^2} - \frac{8k^2(1+m)}{3 + 4k^2} + 2m}{\frac{4k^2 - 12}{3 + 4k^2} - \frac{8k^2}{3 + 4k^2}m + m^2}$$
(8 分)

$$= k \cdot \frac{8k^2 - 24 - 8k^2(1+m) + 2m(3+4k^2)}{4k^2 - 12 - 8k^2m + m^2(3+4k^2)}$$

$$=\frac{6k(m-4)}{4(m-1)^2k^2+3m^2-12}=0, \qquad (9\ \%)$$

∴当
$$m=4$$
时, $k_{AE}+k_{BE}=0$ . (10分)

当直线 l 的斜率不存在时,若 m=4,也有  $k_{AE}+k_{BE}=0$ .

(11分)

综上,在x轴上存在点E(4,0),使得x轴平分 $\angle AEB$ .

21.【命题意图】本题考查利用导数研究函数的单调性、最值,考查推理论证能力、运算求解能力,考查数学运算核心素养.

【名师指导】(I)对函数求导,对参数 a 的取值范围分类讨论,利用导数研究函数的单调性即可求解; (II)构造函数利用导数研究函数的单调性、最值,将不等式进行转化,构造新函数,结合导数研究函数的单调性、值域即可求解.

【全能解析】(I)
$$f(x) = \frac{a}{2}x^2 - (a+1)x + \ln x$$
, 定义

域为(0, + 
$$\infty$$
),  $f'(x) = ax + \frac{1}{x} - (a + 1) =$ 

$$\frac{ax^2 - (a+1)x + 1}{x}.$$
 (2分)

D当 
$$a = 1$$
 时,  $f'(x) = x + \frac{1}{x} - 2 = \frac{x^2 - 2x + 1}{x} = \frac{x^2 - 2x + 1}{x}$ 

$$\frac{(x-1)^2}{r} \ge 0,$$

f(x)在 $(0,+\infty)$ 上单调递增;

(3分)

②当0 < a < 1时, $ax^2 - (a+1)x + 1 = (ax-1)(x-1) =$ 

0的根为 
$$x_1=1, x_2=\frac{1}{a}$$
,

# 2022 年普通高等学校招生全国统一考试临考押题卷(A) 理科综合

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
C	A	В	С	D	В	A	В	В	C	D	D	C	C	A	D	C	В	BD	BD	AD

#### 1.【参考答案】C

【命题意图】本题主要考查细胞中无机物的相关知识, 意在考查学生对基础知识的理解和综合运用能力及 生命观念等核心素养。

【全能解析】生物组织燃烧后的灰烬是无机盐,即含有③④⑤,A 错误;结合水是细胞结构的重要组成成分,Mg是叶绿素的重要组成成分,Fe 是血红蛋白的重要组成成分,Ca 是骨骼的重要组成成分,B 错误;缺铁可使血红蛋白合成受阻,导致供氧不足,影响其他组织细胞的有氧呼吸,但人成熟的红细胞只进行无氧呼吸,故④含量偏低不会影响人成熟红细胞的能量供应,C 正确;水的运输方式为自由扩散或协助扩散,Mg、Fe、Ca 的运输方式为主动运输或协助扩散,故参与渗透压调节且跨膜运输需载体蛋白协助的是 Mg、Fe、Ca 和一部分水,D 错误。

#### 2.【参考答案】A

【命题意图】本题主要考查生物学基本实验的相关知识,意在考查学生实验与探究能力和科学探究等核心素养。

【全能解析】随质壁分离程度增加,细胞液的渗透压将逐渐增大,A错误;蛋清的主要成分是蛋白质,故向鸡蛋清的稀释液中加入双缩脲试剂会发生紫色反应,B正确;利用样方法调查种群密度时,随机取样可减少实验误差,C正确;龙胆紫可将有丝分裂分裂期细胞中的染色体染成深色,D正确。

#### 3.【参考答案】B

【命题意图】本题主要考查有丝分裂的相关知识,意在考查学生理解能力和生命观念等核心素养。

【全能解析】细胞增殖包括物质准备和细胞分裂两个过程,物质准备(间期)中一定有 DNA 的复制,A正确;赤道板是假想的平面,实际细胞中不存在赤道板,B错误;染色体和纺锤体都出现于细胞分

裂前期,9确今是染色体的重要组成成分,有丝分裂过程中染色体效减半时 DNA 数一定减半,D 正确。

## 4. 【参考答案】C

【命题意图】本题主要考委神经调长沙程和分级调节的相关知识,意在考查学生理解能力和综合运用能力及生命观念等核心素养。

【全能解析】缩手反射的反射弧中感受器接变刺激,产生兴奋主要与 Na<sup>+</sup> 内流有关,A 错误;兴奋在突触结构处只能单向传递,缩手反射中,兴奋只能从感受器传向效应器而不能从效应器传向感受器,B 错误;缩手反射中,突触前膜释放神经递质的方式为需要消耗能量的胞吐,C 正确;某些情况下,成年人完成缩手反射受脊髓和大脑皮层共同控制,D 错误。

#### 5.【参考答案】D

【命题意图】本题主要考查生物进化和物种形成的相关知识,意在考查学生对基础知识的理解和综合运用能力及生命观念等核心素养。

【全能解析】生物的进化与无机环境的变化是相互影响的,且不同生物之间在进化上密切相关,A 错误;通过漫长的共同进化过程,地球上不仅出现了多样的物种和丰富的基因库,也进一步形成了多样的生态系统,B 错误;生物通过有性生殖明显加快了进化的速度,也加快了多细胞植物和动物种类增加的速度,C 错误;自然选择导致种群基因频率的定向改变,生殖隔离导致新物种的形成,D 正确。

#### 6.【参考答案】B

【命题意图】本题主要考查人类遗传病和伴性遗传的相关知识,意在考查学生理解能力、综合运用能力、生命观念和科学思维等核心素养。

【全能解析】红绿色盲女性患者的祖母至少含有一个红绿色盲致病基因,其外祖母不一定含有红绿色盲致

病基因,A 错误;红绿色盲女性和正常男性婚配所生 的男孩均患红绿色盲,所生的女孩均不患红绿色盲, B正确;人群中男性红绿色盲的发病率高于女性,但男 性红绿色盲的基因频率与女性相等,C错误;在调查人 群中红绿色盲的发病率时,需要在社会人群中随机调 查,不能在患者家庭中调查,D错误。

【押题目标】伴性遗传是高考热点和难点,结合人类遗传 病进行判断和推理,渗透考查群体遗传平衡中基因频率 和基因型频率的关系,对于检测学生科学思维至关重要。

#### 7.【参考答案】A

【命题意图】本题考查化学与科技,涉及物质的成分、 同位素等知识点,渗透了科学态度与社会责任的学科 核心素养。

【全能解析】A选项:太阳能电池复合材料的主要成分 为石墨纤维和单晶硅,二氧化硅为非金属氧化物,不能 导电,错误;B选项:由CO2合成淀粉可降低大气中的 CO2的含量,对促进碳中和具有积极的意义,正确;C选 项:碳纤维是一种含碳量达90%以上的高强度纤维,是 一种新型复合材料,正确;D选项:质子数相同、中子数 不同的同种元素互称同位素,3He与2He质子数相同、 中子数不同, 互为同位素, 正确。

#### 8. 【参考答案】B

【命题意图】本题考查阿伏加德罗常数的相关计算,具 体考查物质结构、氧化还原反应中电子转移数、盐类 水解等知识,意在考查考生的综合分析能力和计算 能力。

【全能解析】1 mol 石墨中含有 1.5 mol 共价键,36 g 石 墨的物质的量为 3 mol,含有共价键的数目为 4.5NA, A 错误; 1 mol CH4 与 1 mol C2 H4 所含氢原子数目均 为 4NA, 标准状况下, 22.4 L CH4 与 C2 H4 的混合气 体的物质的量为 1 mol, 故氢原子数目为 4NA, B正 确;1 mol Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 与足量水反应转移电子数目为 N<sub>A</sub>, 7.8 g Na<sub>2</sub> O<sub>2</sub> 的物质的量为 0.1 mol,与足量水反应转移 电子数目为0.1NA,C错误;因Fe3+发生水解反应,故 1 L 0. 1 mol·L<sup>-1</sup>FeCl<sub>3</sub>溶液中 Fe<sup>3+</sup>的数目小于 0.1NA,D错误。

#### 9.【参考答案】B

【命题意图】本题考查化学实验基本知识,涉及酸性强

弱的比较、萃取操作等知识点,渗透了科学探究与创 新意识的学科核心素养。

【全能解析】A选项:滴入 KNO。溶液,在酸性环境下 引入了具有强氧化性的 NO3,发生氧化还原反应生 成 NO 气体, KNO3 不是该反应的催化剂, 错误; B选 项:根据元素非金属性可知,最高价氧化物对应的水 化物的酸性: H2CO3>H3BO3,将Na2CO3溶液加入 H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>溶液中,无气体生成,可证明酸性:H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>> H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>,正确;C选项:乙醇与水以任意比例互溶,不 能用乙醇萃取碘水中的单质碘,混合后溶液不分层, 错误; D选项: Cl2 溶于水后生成盐酸,盐酸与 Na<sub>2</sub> CO<sub>3</sub> 溶液反应,使溶液碱性减弱,溶液红色褪去, 并不能说明 Cl<sub>2</sub> 具有漂白性,错误。

#### 10. 【参考答案】C

【命题意图】本题考查有机物基础知识,考查观察能 力、分析能力、知识迁移能力,体现了宏观辨识与微 观探析、证据推理与模型认知的学科核心素养。

【全能解析】由结构简式可知 X 的分子式为 C14 H19 NO2, A错误;分子中与苯环相连的碳原子与苯环上的6个碳 原子一定在同一平面上,故一定在同一平面的碳原子是 7个,B错误;分子中含酯基、亚氨基、苯环,可发生取代反 应和加成反应, C正确; 苯环可与氢气发生加成反应, 故 1 mol 该分子与氢气完全反应可消耗 3 mol H2, D错误。

#### 1.【参考答案】D

【命题意图】本题以合成药物的重要试剂为载体,考 查元素推断及元素周期律的相关知识,涉及简单离 子半径大小比较、简单氢化物稳定性的比较、化合物 类型等知识点,渗透了宏观辨识与微观探析的学科 核心素养。

【全能解析】由化合物 T 的结构简式可知,N 为 K 元 素,X可形成1个共价键,且其原子序数最小,X为 H元素,Y可形成4个共价键,可推断出Y为C元 素,X、Y、N的最外层电子数之和等于Z的最外层电 子数,且Z可形成2个共价键,可推断出Z最外层电 子数为6,Z与M为同主族元素,即Z、M分别为O元 素、S元素。A选项:简单离子的核外电子排布相同 时,核电荷数越大,离子半径越小,则有 S2->K+> O<sup>2-</sup>,正确;B选项:元素非金属性越强,简单氢化物

 $(0.0025+0.0025+6\times0.0025)\times20=120(人)$ , 其中女同学有 120×2=80(人), 男同学为 40人,

#### :.列联表为

	不合格	合格	合计
男生	40	120	160
女生	80	60	140
合计	120	180	300

(8分)

$$: K^{2} = \frac{300 \times (40 \times 60 - 120 \times 80)^{2}}{160 \times 140 \times 120 \times 180} = \frac{225}{7} \approx 32.143.$$

(10分)

由表可得, $P(K^2 \ge 10.828) = 0.001,32.143 >$ (11分) 10.828,

二有99.9%的把握认为"参加体育锻炼的时间与性 (12分) 别有关".

【押题目标分析】从近几年高考试题研究来看,高考试 题的改革方向是一致的,坚持创新、创设多种背景与 数学联系设计试题,这彰显了数学的本质、体现"五育 并举"的教育理念,本题背景引入"五育"教育,体现了 国家体育强国的政策,学校也以"冬奥"为契机,号召 学生加强体育锻炼.

19.【命题意图】本题考查面面垂直的性质定理、线面角, 考查运算求解能力,落实数学运算核心素养.

【名师指导】(I)利用相似三角形得到 CF\_DE,利 用平面与平面垂直的性质定理得到 CF L平面 PED, 进而得证;(Ⅱ)建立合适的空间直角坐标系,确定两 个平面的一个法向量,再利用二面角的余弦值确定 PD的长,最后求 $\overline{EP}$ 与平面PBD的一个法向量即可

【全能解析】(I)证明:依题意,DF=1,EF=CD=2,

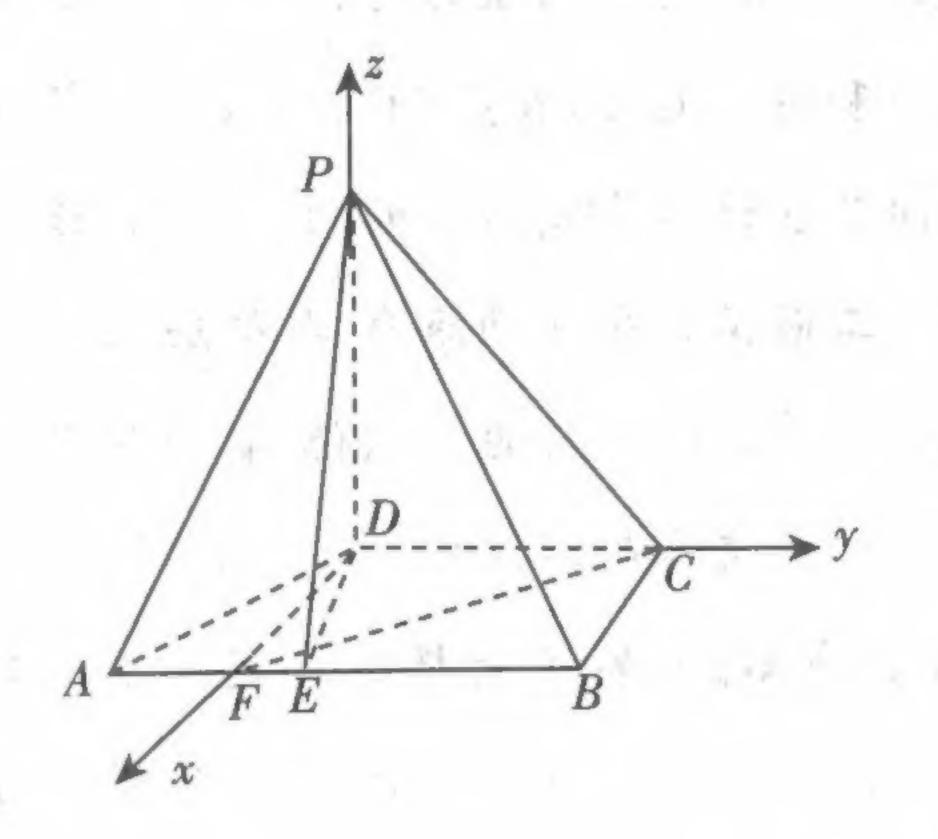
所以 tan \_ FDE = tan \_ DCF, 即 \_ FDE = \_ DCF, 所以 Rt△DFE∽Rt△CDF,则易证 CF⊥DE. (3分) 因为平面 PED 上平面 ABCD, 平面 PED 介平面 ABCD=DE, 所以 CF 上平面 PED. 又 PE □平面 (6分) PED,所以 CF\_PE.

(Ⅱ)由(Ⅰ)知 CF 上平面 PED, PD 二平面 PED, 故

 $PD \perp CF$ ,

已知  $PD \perp CD$ ,  $CF \cap CD = C$ , 故  $PD \perp$ 平面 ABCD. 设 PD=t,

如图,以D为坐标原点,DF,DC,DP所在直线分别 为x轴、y轴、z轴建立空间直角坐标系,



则  $B(1,2,0), D(0,0,0), P(0,0,t), E(1,\frac{1}{2},0)$ , C(0,2,0),

设平面 PBC 的法向量为 $n_1 = (x_1, y_1, z_1)$ ,

$$\prod_{n_1} \mathbf{PB} = (x_1, y_1, z_1) \cdot (1, 2, -t) = 0, 
\mathbf{n}_1 \cdot \mathbf{PC} = (x_1, y_1, z_1) \cdot (0, 2, -t) = 0,$$

則 
$$\begin{cases} x_1 + 2y_1 - tz_1 = 0, \\ y_1 = 1, \text{则 } n_1 = \left(0, 1, \frac{2}{t}\right). \end{cases}$$
 (8 分)

易知平面 BCD 的一个法向量为  $n_2 = (0,0,1)$ . 设平面 PBC 与平面 BCD 所成的锐二面角为 $\theta$ ,

则 
$$\cos\theta = \left| \frac{n_1 \cdot n_2}{|n_1| \cdot |n_2|} \right| = \frac{\frac{2}{t}}{\sqrt{0^2 + 1^2 + \frac{4}{t^2} \cdot \sqrt{1}}} =$$

$$\frac{2}{\sqrt{t^2+4}} = \frac{\sqrt{2}}{2},$$
解得  $t=2$ . (9 分)

 $\overline{EP} = (-1, -\frac{1}{2}, 2)$ ,设平面 PBD 的法向量  $n_3 =$ 

$$(x_3, y_3, z_3)$$
, (10分)

$$\begin{cases} n_3 \cdot \overrightarrow{PB} = (x_3, y_3, z_3) \cdot (1, 2, -2) = 0, \\ n_3 \cdot \overrightarrow{PD} = (x_3, y_3, z_3) \cdot (0, 0, -2) = 0, \end{cases}$$

则 
$$\begin{cases} x_3 + 2y_3 - 2z_3 = 0, \\ \Rightarrow y_3 = 1, \text{则 } n_3 = (-2, 1, 0). \end{cases}$$

(11分)

设直线 EP 与平面 PBD 所成的角为α,

即
$$\begin{cases} 8k-4 \le \omega < 8k+\frac{4}{3}, \\ 3k+\frac{3}{2} < \omega \le 3k+\frac{7}{2}, \end{cases}$$
  $k \in \mathbb{Z},$ 解得  $k=1$  时, $\frac{9}{2} <$ 

 $\omega \leq \frac{13}{2}$ . 综上所述,  $\omega$  的取值范围是  $\left(\frac{7}{2},4\right) \cup \left(\frac{9}{2},\frac{13}{2}\right]$ .

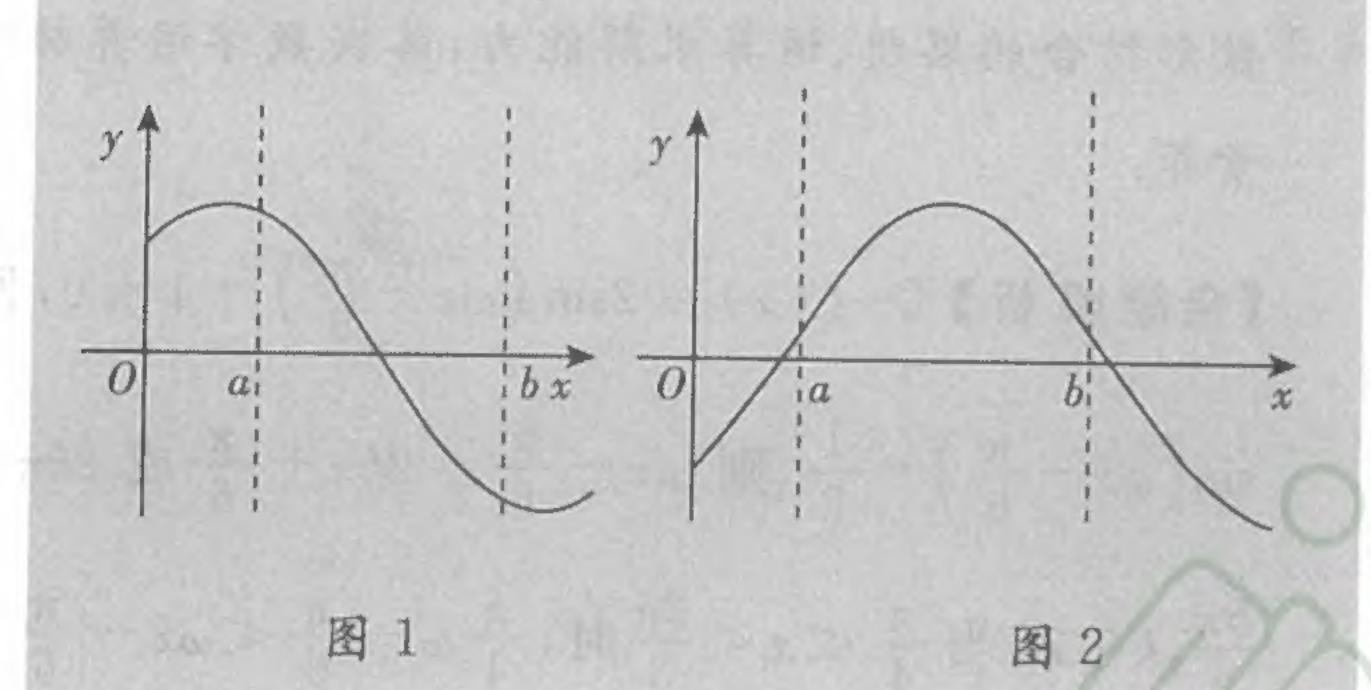
【押题目标分析】本题考查三角函数的图象与性质,利用到数形结合的思想和分类讨论的思想,考查逻辑推理和数学运算核心素养. 通常在固定的一两个周期内,给予单调性的限定或者值域的限定,对  $\omega$  或者  $\varphi$  会有一个区间限定,此类型题就是要卡住两个临界点,通常可以找出  $y=\sin x$  的范围,再推导至  $y=A\sin(\omega x+\varphi)$ 当中。常见的卡根数学语言转化如下:

$$|b-a|$$
且 $\frac{k\pi-\frac{\pi}{2}-\varphi}{\omega}$   $\leqslant a,b \leqslant \frac{k\pi+\frac{\pi}{2}-\varphi}{\omega}$  (图 1),同理,

① $f(x) = A\sin(\omega x + \varphi)$ 在区间(a,b)內单调  $\Rightarrow \frac{T}{2} \ge$ 

 $f(x) = A\sin(\omega x + \varphi)$ 在区间[a,b]内单调  $\Rightarrow \frac{T}{2} \ge |b-$ 

$$a \mid \mathbb{H} \frac{k\pi - \frac{\pi}{2} - \varphi}{\omega} \leqslant a, b \leqslant \frac{k\pi + \frac{\pi}{2} - \varphi}{\omega}.$$



② $f(x) = A\sin(\omega x + \varphi)$ 在区间(a,b)内没有零点⇒

$$\frac{T}{2} \ge |b-a|$$
且 $\frac{k\pi-\varphi}{\omega} \le a, b \le \frac{(k+1)\pi-\varphi}{\omega}$ (图 2);同

理,  $f(x) = A\sin(\omega x + \varphi)$ 在区间[a,b]内没有零点⇒

$$\frac{T}{2}$$
>|b-a|且 $\frac{k\pi-\varphi}{\omega}$ <|a,b|< $\frac{(k+1)\pi-\varphi}{\omega}$ .关于在给

定范围内单调或者没有零点的问题,卡根的范围都在半个周期,区间内单调的开区间和闭区间没有区别,没有零点问题的开区间和闭区间的区别在于是否加上等号,很多考题就喜欢在这个细节上体现学生的基本功.给出了模型分析模型,通过刷此类型的题目不断累积经验。

17.【命题意图】本题考查正弦定理、余弦定理、三角形的面积公式,考查运算求解能力,落实数学运算核心素养.

【名师指导】(I)利用正弦定理边化角,结合三角形内角和即可求解;(II)根据余弦定理和基本不等式得到  $c^2 \ge 36$ ,根据正弦定理确定 $\triangle ABC$  的外接圆半径的最小值,进而即可确定 $\triangle ABC$  的外接圆面积的最小值.

【全能解析】(I)由 
$$b\left(\frac{\sin B}{\cos B} + \frac{\sin C}{\cos C}\right) = \frac{2a\sin B}{\cos B}$$
,整理 得  $b(\sin B\cos C + \cos B\sin C) = b\sin(B+C) = b\sin A = 2a\sin B\cos C$ . (2分)

由正弦定理得 sinBsinA = 2sinAsinBcosC.

因为  $\sin A \neq 0$ ,  $\sin B \neq 0$ , 所以  $2\cos C = 1$ , 得  $\cos C = \frac{1}{2}$ .

因为 
$$C \in (0,\pi)$$
, 所以  $C = \frac{\pi}{3}$ . (6分)

(II)由余弦定理知 
$$c^2 = a^2 + b^2 - ab = (a+b)^2 -$$

$$3ab \ge (a+b)^2 - \frac{3(a+b)^2}{4} = \frac{(a+b)^2}{4} = 36;$$
 (8分)

即 
$$c \ge 6$$
(当且仅当  $a=b=6$  时取等号), (10分)

设
$$\triangle ABC$$
的外接圆半径为 $R$ ,则 $R = \frac{c}{2\sin C} > \frac{6}{\sqrt{3}}$ ,即

外接圆半径的最小值为 $\frac{6}{\sqrt{3}}$ ,所以 $\triangle ABC$ 的外接圆面

积的最小值为 
$$\pi R^2 = 12\pi$$
. (12 分)

18.【命题意图】本题考查频率分布直方图、2×2列联表、独立性检验,考查运算求解能力及推理论证能力,考查数学建模与数据分析核心素养.

【名师指导】(I)由小长方形的面积和为1和平均数公式即可求解;(II)由题意求出300人中男生和女生不合格的人数,进而得到列联表,再利用独立性检验公式即可求解.

【全能解析】(I)  $(a+a+6a+8a+3a+a) \times 20=1$ ,

$$\therefore a = 0.0025$$
, (3分)

该校高一年级的学生每天参加体育锻炼的时间的平均数为 10×0.05+30×0.05+50×0.30+70×0.40+90×0.15+110×0.05=64(分钟). (6分) (Ⅱ):300 名学生中"不合格"的人数为 300×

的稳定性越强,则有 H<sub>2</sub>O>H<sub>2</sub>S>CH<sub>4</sub>,正确; C 选项:化合物 CS<sub>2</sub> 和 COS 均是由共用电子对形成的化合物,均为共价化合物,正确; D 选项:化合物 T 中 H 原子最外层为 2 电子,不是所有的原子均满足 8 电子稳定结构,错误。

#### 12.【参考答案】D

【命题意图】本题考查二元酸的滴定过程中粒子物质的量分数与 pH 图像关系,主要考查电离常数计算、离子浓度的守恒关系、水的电离等,意在考查考生的综合分析能力。

【全能解析】pH=1.3时, $H_2R$ 、 $HR^-$ 的物质的量分数相等,均为 0.5,此时溶液中存在电荷守恒: $c(K^+)+c(H^+)=c(OH^-)+c(HR^-)$ ,则  $c(K^+)+c(H^+)=c(OH^-)+c(H_2R)$ ,A 正确;由图像可知 pH=1.3时, $c(HR^-)=c(H_2R)$ ,则  $K_{al}=c(H^+)=10^{-1.3}$ ,pH=4.3时, $c(HR^-)=c(R^2-)$ , $K_{a2}=c(H^+)=10^{-1.3}$ , $c(HR^-)=c(R^2-)$ , $c(HR^-)=c(H^2-)$   $c(H^2-)=c(H^2-)$   $c(H^2-)=c(H^2-)$   $c(H^2-)=c(H^2-)$   $c(H^2-)=c(H^2-)$   $c(H^2-)=c(H^2-)$   $c(H^2-)=c(H^2-)$   $c(H^2-)=c(H^2-)$   $c(H^2-)=c(H^2-)$   $c(H^2-)=c(H^2-)$ 

 $\frac{K_{a1}}{K_{a2}}$ =10<sup>3</sup>,B正确;当滴入 KOH 溶液体积为 20 mL 时,KOH 与 H<sub>2</sub>R 恰好反应生成 KHR,由电荷守恒  $c(K^+)+c(H^+)=c(OH^-)+c(HR^-)+2c(R^{2-})$ ①和 物料守恒  $c(K^+)=c(HR^-)+c(R^{2-})+c(H_2R)$ ②, ①一②可得  $c(H^+)=c(OH^-)+c(R^{2-})-c(H_2R)$ , C正确;溶液 pH 由 1. 3 增大至 4. 3 的过程中由酸电 离的氢离子浓度减小,则对水的电离的抑制程度减小,水的电离程度一直增大,D错误。

## 13.【参考答案】C

【命题意图】本题以 MFC-CW 系统为载体考查电化学的相关知识,涉及原电池中电子的流向、电极反应式的判断、电化学的相关计算等知识点,渗透了宏观辨识与微观探析的学科核心素养。

【全能解析】由 H<sup>+</sup>移向 A 极可知, A 极为正极, B 极为负极。

电极	电极名称	电极反应式
A极	正极	$O_2 + 4e^- + 4H^+ = 2H_2O$
B极	负极	$CH_3COO^ 8e^- +$ $2H_2O = 2CO_2 \uparrow + 7H^+$

A选项:在原电池中,电子由负极(B极)经导线流向正极(A极),错误;B选项:若A极处(即好氧上部)  $O_2$  不充足,即可发生  $H^+$  得电子的反应,生成  $H_2$ ,也可构成原电池,有微弱电流通过,错误;C选项:根据分析可知 B极的电极反应式为  $CH_3$   $COO^--8e^-+2H_2O=2CO_2^*$ 7  $H^+$  E  $H_2$   $H_3$   $H_4$   $H_5$   $H_5$   $H_6$   $H_6$ 

# 14. 【参考答案】C

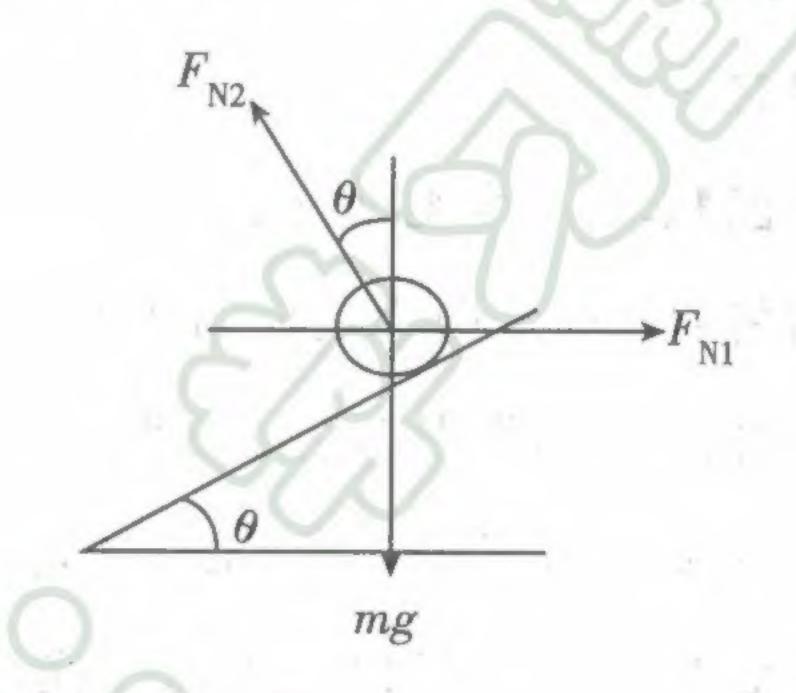
【命题意图】本题考查三力平衡问题。

【全能解析】将 4 圆弧面着成是倾斜角不同的斜面组合而成,如图所示,对 B 物体进行受力分析由平衡

条件得 
$$F_{N2}\cos\theta = mg$$
,  $F_{N1} = F_{N2}\sin\theta$ , 解得  $F_{N2} = \frac{mg}{\cos\theta}$ ,

 $F_{N1} = mg \tan \theta$ , 当  $A \setminus B$  两物体的接触点恰为 $\frac{1}{4}$  圆弧的中点时, $\theta = 45^\circ$ ,此时  $F_{N1} = mg$ , $F_{N2} = \sqrt{2}mg$ ,AB 错误;若将 A 物体稍稍右移, $\theta$  增大,所以  $F_{N1} \setminus F_{N2}$  均增

大,C正确,D错误。



#### 15.【参考答案】A

【命题意图】本题考查运动学公式的应用。

【全能解析】设运动员飞出后以初速度 v 做斜抛运动,用时为 t 运动到最高点。因为忽略空气阻力,由逆向思维可看成运动员做平抛运动,竖直方向上做自由落体运动,分解速度有  $v_y = v \sin 40^\circ$ ,竖直位移 h=4 m= $\frac{v_y+0}{2}t$ ,水平方向上做匀速直线运动,分解速度有  $v_z = v \cos 40^\circ$ ,水平位移  $x=v_x t$ ,联立解得

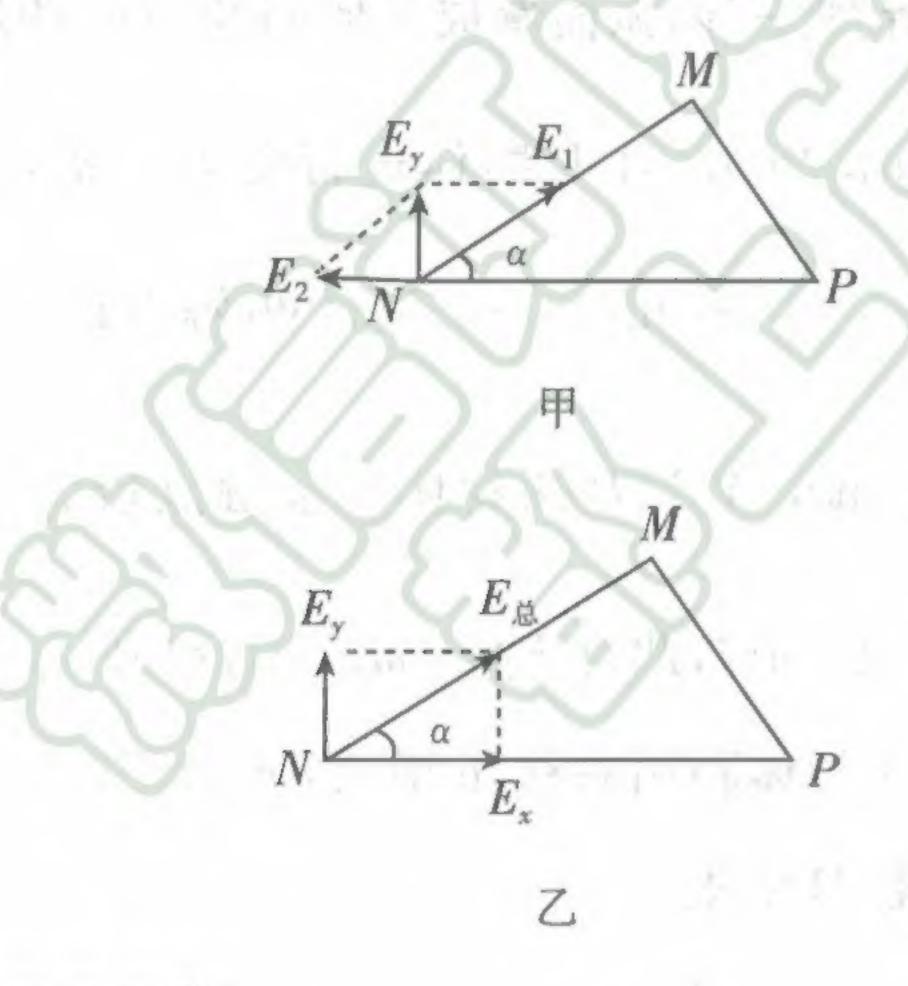
#### 16. 【参考答案】D

【命题意图】本题考查电场强度的叠加。

 $x=9.625 \text{ m} \approx 9.6 \text{ m}, A 正确, BCD 错误。$ 

【全能解析】如图甲所示,将两个点电荷在N点处产

生的合电场  $E_y$  分解为  $E_1$  和  $E_2$  ,由  $E_1$  和  $E_2$  的方向可知,M 点处的点电荷带负电,P 点处的点电荷带正电,A 错误;由点电荷电场强度公式可得  $E_1$  =  $\frac{k(2\sqrt{3}Q)}{(L\cos\alpha)^2}$ , $E_2 = \frac{k(4Q)}{L^2}$ ,由平行四边形定则和几何关系可得  $E_2 = E_1\cos\alpha$ , $E_2 = E_2\tan\alpha$ ,如图  $E_2 = E_1\cos\alpha$ ,将  $E_2 = E_1\cos\alpha$ , $E_2 = E_2\sin\alpha$ ,如图  $E_2 = E_2\sin\alpha$ ,如图  $E_2 = E_2\sin\alpha$ ,以点处的总电场分解为  $E_2 = E_2\sin\alpha$ ,则有  $E_2 = E_2\sin\alpha$ ,以点处的总电场分解为  $E_2 = E_2\sin\alpha$ ,则有  $E_2 = E_2\sin\alpha$ ,以  $E_2 = E_2\cos\alpha$ ,



#### 17. 【参考答案】C

【命题意图】本题考查光电效应。

【全能解析】当 K、A 间加反向遏止电压时,设光电子的最大动能为  $E_k$ ,根据动能定理得一 $U_c e = 0 - E_k$ ,又因为  $E_k = h_v - W$ ,可得  $U_c e = h_v - W$ ,在 W、e 为定值时,v 越大, $U_c$  越大,所以 b 光为紫光,a 光为蓝光,AB 错误;由题图乙可知,当 K、A 间为加速电压时,可知 a 光照射时的饱和电流比 b 光照射时的饱和电流要大,可见单位时间内照射到阴极 K 上 a 光的光子数大于 b 光的光子数,C 正确;本实验装置 K 为阴极,能发出电子,当 U > 0 时,对光电子是加速电压,所以电源的右端是正极,当 U < 0 时,对光电子是遏止电压,电源的左端是正极,D错误。

#### 18. 【参考答案】B

【命题意图】本题考查空间站变轨、开普勒第三定律和万有引力定律等知识的综合应用。

【全能解析】从低轨道进入高轨道需要点火加速,空间站机械能增加,A错误;设空间站在Ⅲ轨道运行时

距地面的高度为 h,由开普勒第三定律得  $\frac{(R+h)^3}{(R+5.6R)^3} = \frac{T_2^2}{T_0^2} = \frac{1.5^2}{24^2}$ ,解得  $h\approx 0.056R$ ,B正确; 字航员的加速度为  $a = \frac{GM}{(R+h)^2} = \frac{gR^2}{(R+h)^2}$ ,因为 h 能算出,所以字航员的加速度也能算出,C 错误; 字航员的速度为  $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{gR^2}{R+h}}$ ,因为 h 能算出,所以字航员的速率也能算出,但因为空间站的质量未知,所以空间站的动能无法算出, D错误。

#### 19.【参考答案】BD

【命题意图】本题考查理想变压器、交变电流。

【全能解析】由题意可知降压变压器输入端电压有效值为 10 kV,而居民用电的电压为 220 V,根据电压与匝数成正比,可知原、副线圈匝数比 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{10\ 000}{220} = \frac{500}{11}$ ,A 错误;只有居民小区 1 有用电器在工作时,得 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$ ,再根据  $P = I^2R$ , $\frac{P_1}{P_2} = \frac{n_2^2}{n_1^2} = \frac{11^2}{500^2}$ ,B正确;当居民小区 1 和居民小区 2 都有用户用电时,根据理想变压器的输入功率与输出功率相等有 $P_1 = P_2 + P_3$ ,即  $U_1I_1 = U_2I_2 + U_3I_3$ ,得  $n_1I_1 = n_2I_2 + n_3I_3$ ,而  $n_2 = n_3$ , $n_1I_1 = n_2(I_2 + I_3)$ ,而  $I_2$  与 $I_3$  不一定相等,C 错误;为了保证居民用电安全,变压器容量应和居民用电高峰时的功率差不多,所以  $P = 250 \times 10\ 000\ W = 2\ 500\ 000\ W = 2\ 500\ kV \cdot A$ ,变压器有电磁辐射,居民楼与变压器要保持安全距离,D正确。

#### 20. 【参考答案】BD

【命题意图】本题考查机车启动问题。

【全能解析】结合题图乙可知,在题图甲中  $v_0 = 10$  m/s,  $v_m = 30$  m/s, A 错误;结合题图乙,由  $F = \frac{P}{v}$ 可知,汽车的速度从 10 m/s 增加到 30 m/s 的过程中,汽车的功率恒为额定功率,所以  $P = Fv = 2 \times 10^3 \times 30$  W =  $6 \times 10^4$  W,D 正确;当汽车速度为  $v_m = 30$  m/s,由平衡条件可得  $F_m = F = 2 \times 10^3$  N,汽车刚启动时所受牵引力为  $F' = 6 \times 10^3$  N,由牛顿第二定律可得,汽车

 $f(x) = \frac{\ln x}{x}$ 在 (0, e) 上单调递增,即有  $f(\sqrt{2})$  <  $f(\sqrt{3})$ ,即 $\frac{\ln\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$  <  $\frac{\ln\sqrt{3}}{\sqrt{3}}$ ,故假设成立,即 b < c,排除 B, 故选 D.

#### 12.【参考答案】A

【命题意图】本题考查直线与抛物线的位置关系,考查数形结合的思想,落实逻辑推理、数学运算核心表系.

# 13. 【参考答案】——2

【命题意图】本题考查平面向量的数量积、向量的模,考查运算求解能力,落实数学运算核心素养。 【全能解析】由  $|4a+b|=\sqrt{13}$ ,两边同时平方得 $|6a^2+b^2+8a\cdot b=13$ ,则  $a\cdot b=-\frac{1}{2}$ .

#### 14.【参考答案】[-1,2]

【命题意图】本题考查等比数列的通项公式、前n项和公式、不等式恒成立问题,考查推理论证能力、运算求解能力,落实逻辑推理及数学运算核心素养。 【全能解析】设正项等比数列 {a<sub>n</sub>}的公比为 q(q>

0).  $\mathbf{a}_1 = 2, 2\mathbf{a}_1 + \mathbf{a}_2 = \mathbf{a}_3 : 2 + \mathbf{q} = \mathbf{q}^2$ , 即  $\mathbf{q} = 2$  或  $\mathbf{q} =$ 

-1(舍去),  $\therefore$   $\mathbf{a_n} = 2 \times 2^{\mathbf{n}-1} = 2^{\mathbf{n}} \ (\mathbf{n} \in \mathbf{N}^*)$ ,  $S_n = \frac{2 \times (1-2^n)}{1-2} = 2^{n+1} - 2 \ (n \in \mathbf{N}^*)$ . 由  $\frac{1}{2} \ a_n S_n - (m^2 - m) a_n + 2^n \ge 0$ , 得  $\frac{1}{2} \times 2^n \ (2^{n+1} - 2) - (m^2 - m) 2^n + 2^n \ge 0$ , 即  $m^2 - m \le 2^n$ ,当  $n \in \mathbf{N}^*$  时,数 列  $\{2^n\}$  为递增数列, $\therefore$  该数列有最小值 2, $\therefore$  当  $n \in \mathbf{N}^*$  时,不等式  $m^2 - m \le 2^n$  恒成立等价于  $m^2 - m \le 2$ ,即  $-1 \le m \le 2$ .

#### 15.【参考答案】4x-3y=0

【命题意图】本题考查双曲线的渐近线、双曲线的定义,考查运算求解能力,落实数学运算核心素养.

【全能解析】由  $|PF_1| = 4 |PF_2|$  得  $|PF_1| - |PF_2| = 3 |PF_2| = 2a$ ,  $\therefore |PF_2| = \frac{2a}{3} \geqslant c - a$ ,  $\therefore 1 < e \le \frac{5}{3}$ , 故  $e^2 = 1 + \frac{b^2}{a^2} \le \frac{25}{9}$ , 则  $\frac{b^2}{a^2} \le \frac{16}{9}$ ,  $\frac{b}{a} \le \frac{4}{3}$ ,则 C 的渐近线的斜率的最大值是 $\frac{4}{3}$ ,故所求渐近线方程为  $y = \frac{4}{3}x$ ,即 4x - 3y = 0.

# 16. 【参考答案】 $\left(\frac{7}{2},4\right)$ $\cup$ $\left(\frac{9}{2},\frac{13}{2}\right]$

【命题意图】本题考查三角函数的图象与性质,考查数形结合的思想、运算求解能力,落实数学运算核心素养.

【全能解析】令  $f(x) = 2\sin\left(\omega x - \frac{\pi}{6}\right) - 1 = 0$ ,则  $\sin\left(\omega x - \frac{\pi}{6}\right) = \frac{1}{2}$ ,则  $\omega x - \frac{\pi}{6} = 2k\pi + \frac{\pi}{6}$  或  $2k\pi + \frac{5\pi}{6}$ , $k \in \mathbb{Z}$ ,当  $\frac{\pi}{4} < x < \frac{2\pi}{3}$  时, $\frac{\pi}{4}\omega - \frac{\pi}{6} < \omega x - \frac{\pi}{6} < \frac{2k\pi}{3}$  的, $\frac{\pi}{4}\omega - \frac{\pi}{6} < \omega x - \frac{\pi}{6} < \frac{2k\pi}{3}$ 

$$\frac{2\pi}{3}\omega^{-\frac{\pi}{6}}, \quad \text{find } 1: \begin{cases}
2k\pi + \frac{\pi}{6} \leqslant \frac{\pi}{4}\omega - \frac{\pi}{6} \leqslant 2k\pi + \frac{5\pi}{6}, \\
2k\pi + \frac{13\pi}{6} \leqslant \frac{2\pi}{3}\omega - \frac{\pi}{6} \leqslant 2k\pi + \frac{17\pi}{6},
\end{cases}$$

 $k \in \mathbf{Z}$ ,即  $\begin{cases} 8k + \frac{4}{3} \leq \omega \leq 8k + 4, \\ k \in \mathbf{Z}$ , 解  $k \in \mathbf{Z}$  得 k = 0 时,  $3k + \frac{7}{2} < \omega \leq 3k + \frac{9}{2}, \end{cases}$ 

 $\frac{7}{2} < \omega < 4;$ 

情况 2:  $\begin{cases} 2k\pi - \frac{7\pi}{6} \leqslant \frac{\pi}{4}\omega - \frac{\pi}{6} < 2k\pi + \frac{\pi}{6}, \\ k \in \mathbb{Z}, \\ 2k\pi + \frac{5\pi}{6} < \frac{2\pi}{3}\omega - \frac{\pi}{6} \leqslant 2k\pi + \frac{13\pi}{6}, \end{cases}$ 

#### 7.【参考答案】D

【命题意图】本题考查同角三角函数的基本关系,考查运算求解能力,落实数学运算核心素养.

【全能解析】因为 
$$\sin\left(\alpha + \frac{\pi}{4}\right) = \frac{\sqrt{2}}{2}(\sin\alpha + \cos\alpha) = \frac{\sqrt{6}}{6}$$
,  
所以  $\sin\alpha + \cos\alpha = \frac{\sqrt{3}}{3}$ ,两边平方得  $(\sin\alpha + \cos\alpha)^2 = 1 + 2\sin\alpha\cos\alpha = \frac{1}{3}$ ,即  $2\sin\alpha\cos\alpha = -\frac{2}{3} < 0$ .又  $\alpha \in (0,\pi)$ ,则  $\alpha \in \left(\frac{\pi}{2},\pi\right)$ .因为  $(\sin\alpha - \cos\alpha)^2 = 1 - 2\sin\alpha\cos\alpha = 1 + \frac{2}{3} = \frac{5}{3}$ ,且  $\sin\alpha - \cos\alpha > 0$ ,故  $\sin\alpha - \cos\alpha = \sqrt{\frac{5}{3}} = \frac{5}{3}$ 

## 8.【参考答案】D

 $\sqrt{15}$ ,故选 D.

【命题意图】本题考查函数的性质、对数的运算,考查运算求解能力,落实数学运算核心素养.

【全能解析】因为定义在 R 上的函数 f(x)满足  $f(x+2) = \frac{1-f(x)}{1+f(x)}$ , 所以  $f(x+4) = \frac{1-f(x+2)}{1+f(x+2)} = \frac{1-f(x+2)}{1+f(x+2)}$ 

$$\frac{1 - \frac{1 - f(x)}{1 + f(x)}}{1 + \frac{1 - f(x)}{1 + f(x)}} = f(x), 故函数 f(x) 的周期是 4,$$

 $f(\log_3 36) = f(\log_3 36 - 4)$ . 因为  $\log_3 36 - 4 = (2 + \log_3 4) - 4 = -2 + \log_3 4 \in (-1,0)$ ,所以  $4 - \log_3 36 \in (0,1)$ . 因为 f(x) 为奇函数,所以  $f(\log_3 36 - 4) = -f(4 - \log_3 36)$ ,且当  $x \in [0,1]$ 时,  $f(x) = 3^x - 1$ ,故  $f(4 - \log_3 36) = 3^{4 - \log_3 36} - 1 = 3^{\log_3 \frac{81}{36}} - 1 = \frac{81}{36} - 1 = \frac{5}{4}$ ,所以  $f(\log_3 36)$  的值为  $-\frac{5}{4}$ , 故选 D.

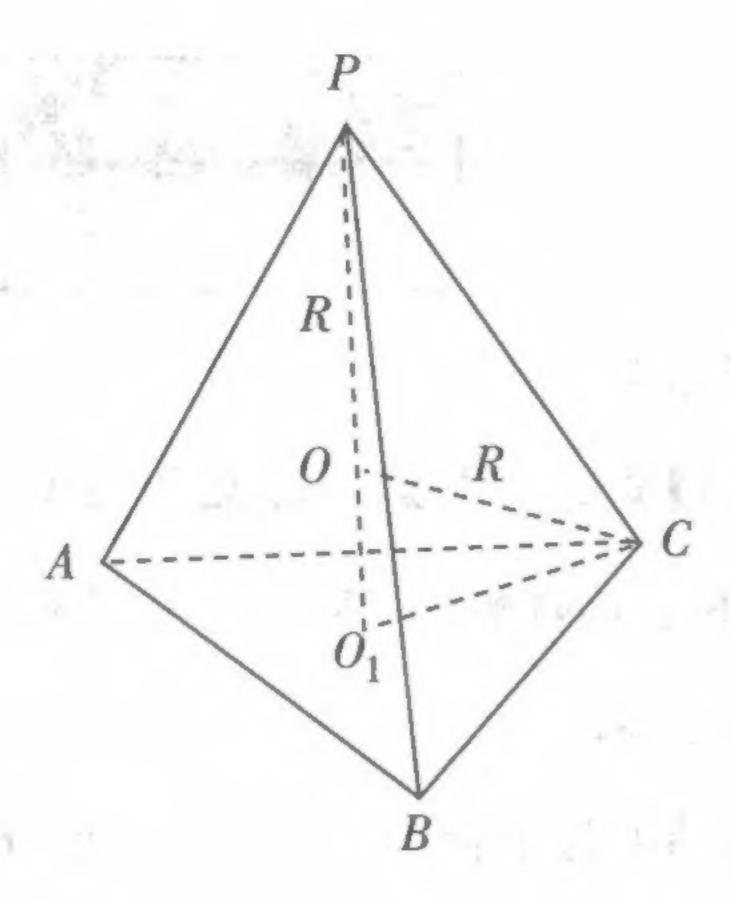
#### 9.【参考答案】B

【命题意图】本题考查空间几何体的外接球、球的体积,考查空间想象能力、运算求解能力.

【全能解析】设底面 $\triangle ABC$  外接圆圆心为 $O_1$ ,半径为r,则 $2\pi r = 2\pi$ ,即r = 1. 设三棱锥P - ABC 的高为h,外接球的半径为R. 由PA = PB = PC,得球心O 在 $PO_1$  上,且 $(h-R)^2 + r^2 = R^2$ ,则 $R = \frac{1}{2} \left(h + \frac{1}{h}\right) \geqslant$ 

 $\frac{1}{2} \times 2 \sqrt{h \cdot \frac{1}{h}} = 1$ , 当且仅当 h = 1 时取等号, 此时外

接球体积最小,则三棱锥 P-ABC 外接球体积的最小值  $V_{min} = \frac{4}{3}\pi$ ,故选 B.



#### 10.【参考答案】C

【命题意图】本题考查二项式的展开式,考查推理论证能力、运算求解能力,落实数学运算核心素养.

【全能解析】 $\left(x-\frac{2}{\sqrt{x}}\right)^6$  的展开式的通项公式  $T_{r+1}=$   $C_6^r x^{6-r} \left(-\frac{2}{\sqrt{x}}\right)^r = (-2)^r C_6^r x^{6-\frac{3r}{2}}$ ,当  $6-\frac{3r}{2}=0$  时, r=4,此时  $T_5=(-2)^4 C_6^4=240$ ;当  $6-\frac{3r}{2}=-3$  时, r=6,此时  $T_7=(-2)^6 C_6^6 x^{-3}=64x^{-3}$ ,:常数项为  $1\times 240+(-2)\times 64=112$ ,故选 C.

#### 11.【参考答案】D

【命题意图】本题考查对数的大小比较,考查运算求解能力,落实数学运算核心素养.

【全能解析】对于  $a = \ln 3$  与  $b = \sqrt{3} \ln 2$ ,假设 a < b,即  $\ln 3 < \sqrt{3} \ln 2$  相当于  $\frac{\ln 3}{\sqrt{3}} < \ln 2$ ,等价于  $\frac{\ln 3}{\sqrt{3}} = \frac{2 \ln \sqrt{3}}{\sqrt{3}} < \ln 2$ ,即满足  $\frac{\ln \sqrt{3}}{\sqrt{3}} < \frac{\ln 2}{2}$ 。令  $f(x) = \frac{\ln x}{x}(x > 0)$ ,则

 $f'(x) = \frac{1 - \ln x}{x^2}$ ,易得当  $x \in (e, +\infty)$ 时,f'(x) < 0,故 f(x)在 $(e, +\infty)$ 上单调递减;当  $x \in (0, e)$ 时,f'(x) > 0,故 f(x)在(0, e)上单调递增,满足  $f(\sqrt{3}) < f(2)$ ,即  $\frac{\ln \sqrt{3}}{\sqrt{3}} < \frac{\ln 2}{2}$ ,故 假设成立,即 a < b,故排除 A, C; 对于  $c = \sqrt{2} \ln 3$  与  $b = \sqrt{3} \ln 2$ ,假设 b < c,相当于 $\sqrt{3} \ln 2 < \sqrt{2} \ln 3$ ,

等价于 $\frac{\ln 2}{\sqrt{2}} < \frac{\ln 3}{\sqrt{3}}$ ,即 $\frac{\ln 2}{\sqrt{2}} = \frac{2\ln\sqrt{2}}{\sqrt{2}} < \frac{\ln 3}{\sqrt{3}} = \frac{2\ln\sqrt{3}}{\sqrt{3}}$ . 因为

刚启动时的加速度为  $a = \frac{F' - F_{\mathbb{R}}}{m} = 2 \text{ m/s}^2$ ,C 错误;由匀变速直线运动规律得  $t_0 = \frac{v_0}{a} = 5 \text{ s,B}$  正确。

#### 21.【参考答案】AD

【命题意图】本题考查右手定则、左手定则。

#### 22. (5分)

【参考答案】(1)不需要 (2分)

$$(2)\frac{x_2-x_1}{3T^2} \quad (2 3) \quad \frac{x_2-x_1}{6T^2} \quad (1 3)$$

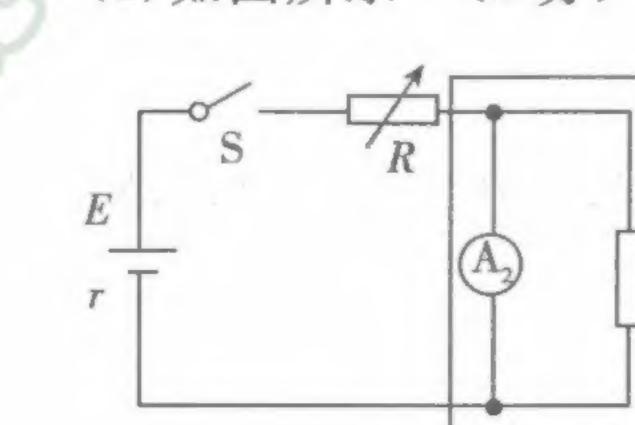
【命题意图】本题考查探究小车加速度与所受合外力的关系实验。

【全能解析】(1)拉力可以直接通过弹簧测力计读出来,故不需要满足钩码质量运小于小车质量。(2)由匀变速直线运动规律得  $x_2-x_1=3a_1$   $T^2$  ,所以小车的加速度为  $a_1=\frac{x_2-x_1}{3T^2}$ ;在相同时间内,钩码的位移是小车位移的一半,所以钩码的加速度是小车加速度的一半,即 $a=\frac{1}{2}a_1=\frac{x_2-x_1}{6T^2}$ 。

#### 23. (10分)

# 【参考答案】

(1)如图所示 (2分)



(2)14.5 (2分)

$$(3)\frac{1}{I} = \frac{5}{E}R + \frac{90 + 5r}{E} \quad (2 \, \text{分})$$

(5)3.5 (1分) 3.0 (1分)

(6)等于 (2分)

本题考查测量电源的电动势和内阻

#### 实验

【全能解析】(1)根据提供选择的仪器为了完成实验. 任务我们必须选择安阻法。本着实验的精确性的原则,因为电流表的  $A_1$ 、 $A_2$ 的量程都不够,所以要先进行电流表扩量程。而  $A_1$ 表的内阻未知无法准确完成扩量程的任务,所以电流表选择  $A_2$ 表。而定值电阻选择时,因为电池的最大放电电流为 100mA,根据电流表扩量程原理有  $R_{\mathcal{R}} = I_g \times R_A = 22.5 \Omega$ ,电路图如答图所示。(2)根据最

小刻度是 5、0. 5、0. 05 的分别精确到 1、0. 1、0. 01 位的原则,读数为 14. 5 mA。 (3) 再根据闭合电路的欧姆定律得  $E=IR_A+(I+\frac{IR_A}{R_E})R+(I+\frac{IR_A}{R_E})R+(I+\frac{IR_A}{R_E})r$ ,整理可得  $\frac{1}{I}=\frac{5}{E}R+\frac{90+5r}{E}$ 。 (5) 根据图像斜率 $k=\frac{5}{E}=\frac{30}{21}$ ,解得 E=3. 5 V,图像的截距 $b=\frac{90+5r}{E}$ ,解得 r=3. 0  $\Omega$ 。 (6) 此种电路测量电池的内阻没有系统误差,所以测量值与真实值相

# 24. (12分)

等,只有偶然误差。

解:(1)以A、B 为整体,由动量定理得  $I=(m_A+m_B)v_0$  (2分)

代入数据解得 vo = 5 m/s (1分)

(2)A、C碰撞瞬间,由动量守恒定律得 $m_Av_0 = m_Av_A + m_Cv_C$  (1分)

在A、C 碰撞后到A、B 再次共速的过程中,A、B 系统的动量守恒,有

 $m_A v_A + m_B v_0 = (m_A + m_B) v_{\sharp}$  (1分)

根据题意有  $v_{+}=v_{C}$  (1分)

A、C碰撞时损失的机械能为

联立各式解得  $\Delta E = 12 \text{ J}, v_{\pm} = v_C = 3 \text{ m/s}, v_A = 2 \text{ m/s}$  (2分)

(3)在A、C碰撞后到A、B再次共速的过程中,A、B相互作用的时间为

$$t = \frac{v_0 - v_{\pm}}{\mu g} \quad (1 \, \text{分})$$

长木板 A 的长度至少为

$$L = x_B - x_A = \frac{v_0 + v_{\#}}{2} \times t - \frac{v_A + v_{\#}}{2} \times t \quad (1 \text{ 分})$$

代入数据解得 L=1.5 m (1分)

【命题意图】本题以板块模型为载体,考查动量定理、动量守恒定律、能量守恒定律和动力学知识的综合应用。

#### 25. (20分)

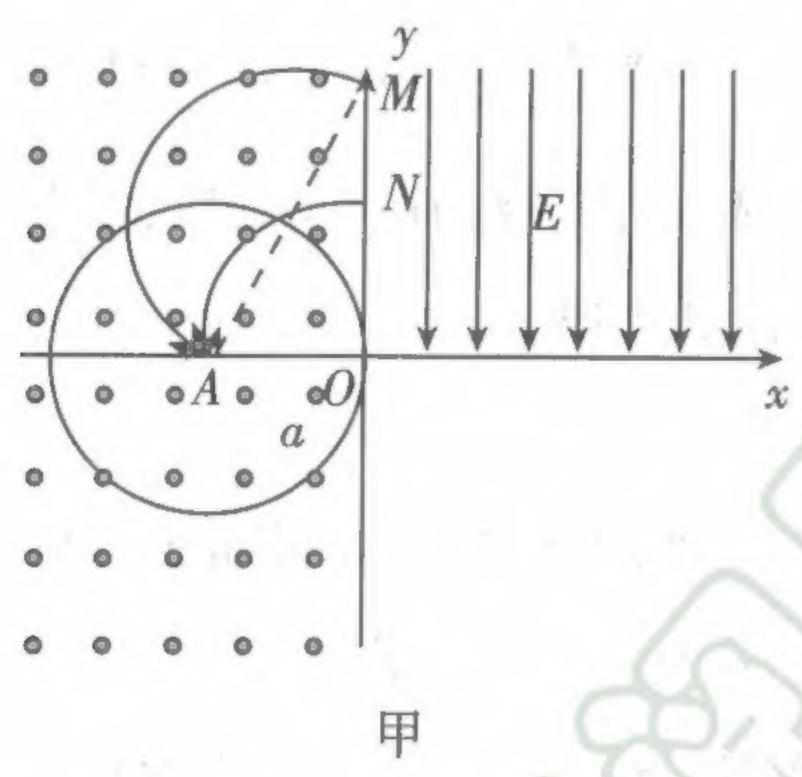
解:(1)对正离子在匀强磁场中受力分析,根据洛伦 兹力提供向心力有

$$qv_0 B = \frac{mv_0^2}{R}$$
 (2 分)

得 R=L

如图甲由几何关系可知,设离子从A点飞出运动到与y轴的交点为M,MA间的距离为2L时,M为离坐标原点O最远,粒子做圆周运动的圆心刚好位于AM的中点, $\triangle OMA$ 为直角三角形,可得MO=

 $AM\sin 60^{\circ} = \sqrt{3}L$  (2分)



当离子从A点沿y轴的正方向飞出运动到与y轴的交点为N,离子做圆周运动的圆心刚好位于坐标原点O. 由几何关系可得NO=OA=L,所以求正离子能到达y轴的坐标范围为 $L \le y \le \sqrt{3}L$  (1分) (2)在(1)条件下,正离子进入匀强电场以后,在电场力作用下运动,根据动能定理得 $Eqy=E_{kl}-\frac{1}{2}mv_0^2$  (1分)

当  $y=\sqrt{3}L$  时  $E_{k1}$  有最大值 (2分)

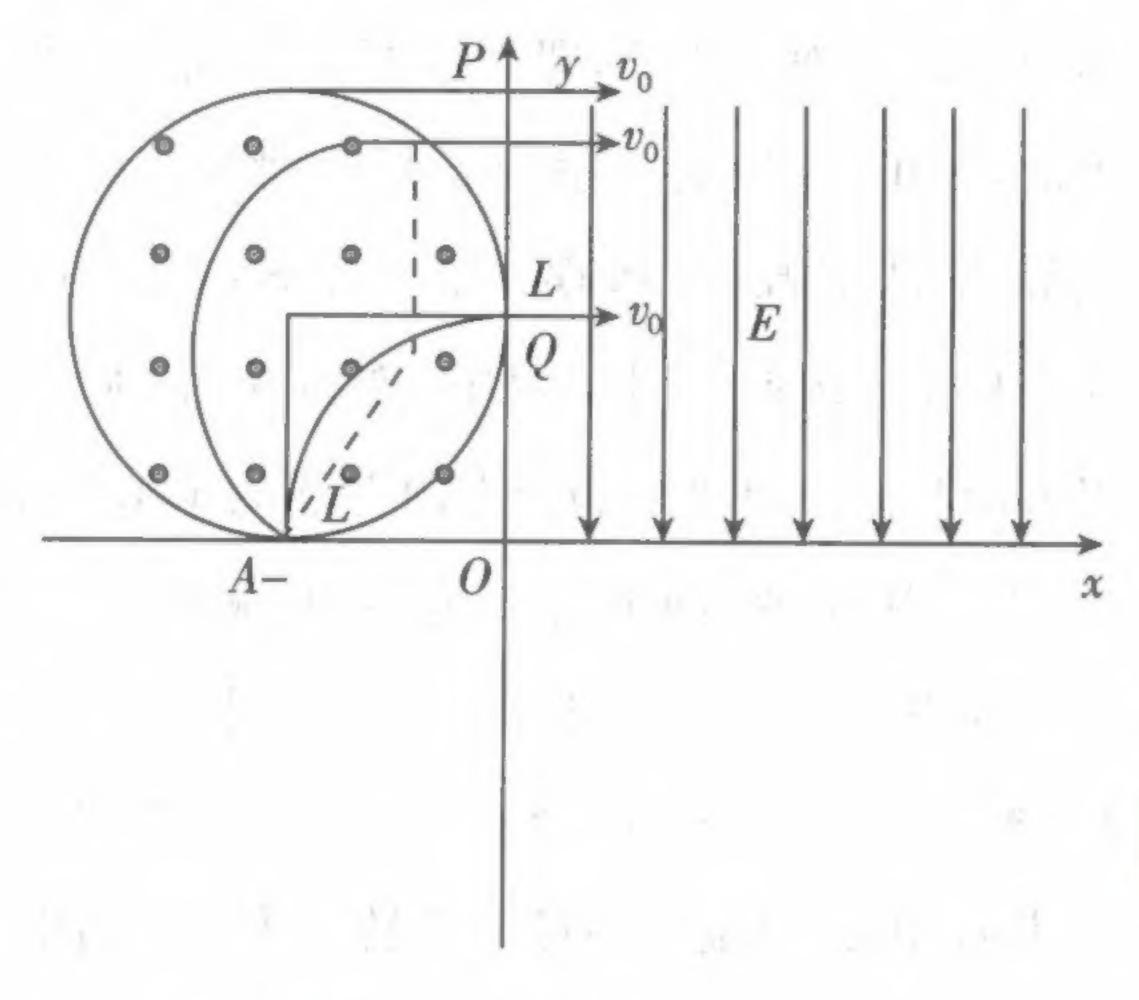
此时把经过M点的速度进行水平竖直分解,运动到x轴时有

x轴方向  $v_{x1} = v_0 \cos 30^\circ$  ①(1分)

y轴方向
$$v_{y1}^2 - (v_0 \sin 30^\circ)^2 = 2 \frac{Eq}{m} \times \sqrt{3}L$$
 ②(1分)

又 
$$\tan\alpha = \frac{v_{y1}}{v_{r1}}$$
 ③(2分)

对正离子在匀强磁场中根据洛伦兹力提供向心力,转换磁场后离子运动轨迹如图乙,由几何关系可知



Z

从A点出发后离子均平行x轴水平飞出磁场,与y轴的交点最远为P点,最近点为Q。由几何关系得OP=2L

OQ=L,所以求正离子能到达 y 轴的坐标范围  $L \leq y \leq 2L$  (2分)

正离子进入匀强电场以后,在电场力作用下运动,根

据动能定理得  $Eqy = E_{k2} - \frac{1}{2} m v_0^2$  (1分)

当y=2L时 $E_{k2}$ 有最大值,此时把经过M点的速度进行水平竖直分解

 $x 轴方向 v_{x2} = v_0$  ④(1分)

y轴方向 $v_{y2}^2 = 2 \frac{Eq}{m} \times 2L$  ⑤(1分)

又  $\tan\beta = \frac{v_{y2}}{v_{x2}}$  ⑥ (1分)

联立①②③④⑤ 解得  $\frac{\tan\alpha}{\tan\beta} = \sqrt{\frac{mv_0^2}{12EqL} + \frac{2\sqrt{3}}{3}}$  (2分)

【命题意图】本题考查带电粒子在组合场中运动。

26. (15分)

【参考答案】(1)碱煮水洗 (1分)

# 2022 年普通高等学校招生全国统一考试临考押题卷(B)

数学(理科)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	111	12
В	D	A	С	В	В	D	D	В	С	D	A

# 1.【参考答案】B

【命题意图】本题考查集合的交集运算、一元二次不等 式、指数不等式的解法,考查运算求解能力,落实数学 运算核心素养.

【全能解析】因为集合  $A = \{x | x > 1 \text{ 或 } x < 0\}$ ,集合  $B = \{x | e^{x+2} \ge 1\} = \{x | x \ge -2\}$ ,所以  $A \cap B = \{x | -2 \le x < 0\}$  可求  $x > 1\}$ ,故选 B.

#### 2.【参考答案】D

【命题意图】本题考查复数的运算、共轭复数和复数的模,考查运算求解能力,落实数学运算核心素养.

【全能解析】由题意,复数  $z = \frac{1-i}{1+i} = \frac{(1-i)^2}{(1+i)(1-i)} = \frac{-2i}{2} = -i$ , $\frac{\overline{z}}{1-i} = \frac{i}{1-i} = \frac{i(1+i)}{(1-i)(1+i)} = \frac{-1+i}{2}$ , $\left|\frac{\overline{z}}{1-i}\right| = \left|\frac{-1+i}{2}\right| = \sqrt{\left(-\frac{1}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2} = \frac{\sqrt{2}}{2}$ ,故选 D.

# 3.【参考答案】A

【命题意图】本题考查等差数列的性质、等差数列的通项公式,考查运算求解能力,落实数学运算核心素养.

【全能解析】由题得  $S_7 = 7a_4 = 21$ ,解得  $a_4 = 3$ . 设公 差为 d.  $\therefore a_7 = 9$ ,  $\therefore a_7 - a_4 = 3d = 6$ ,则 d = 2,  $\therefore a_{2020} = a_7 + 2013d = 9 + 2013 \times 2 = 4035$ ,故选 A.

#### 4.【参考答案】C

【命题意图】本题考查折线图,考查数据处理能力,落实数学运算核心素养.

【全能解析】依题意选项 A,B,D 都正确,C 选项 2021 年中国中小学在线用户规模不到 2019 年数据的 2 倍,故选项 C 错误,故选 C.

【押题目标分析】第 4 题是贴近生活实际的概率统计选择题,这类题型是近年高考的热点,难度不大,概率统计类型题目通常会结合社会热点,以概率统计图、

茎叶图、折线图、饼状图等载体考查学生数据处理能力从高中阶段统计知识涉及到的中位数、平均数、期望、方差、增长趋势等角度设计问题,重点突破文字阅读关、模型关、运算关.

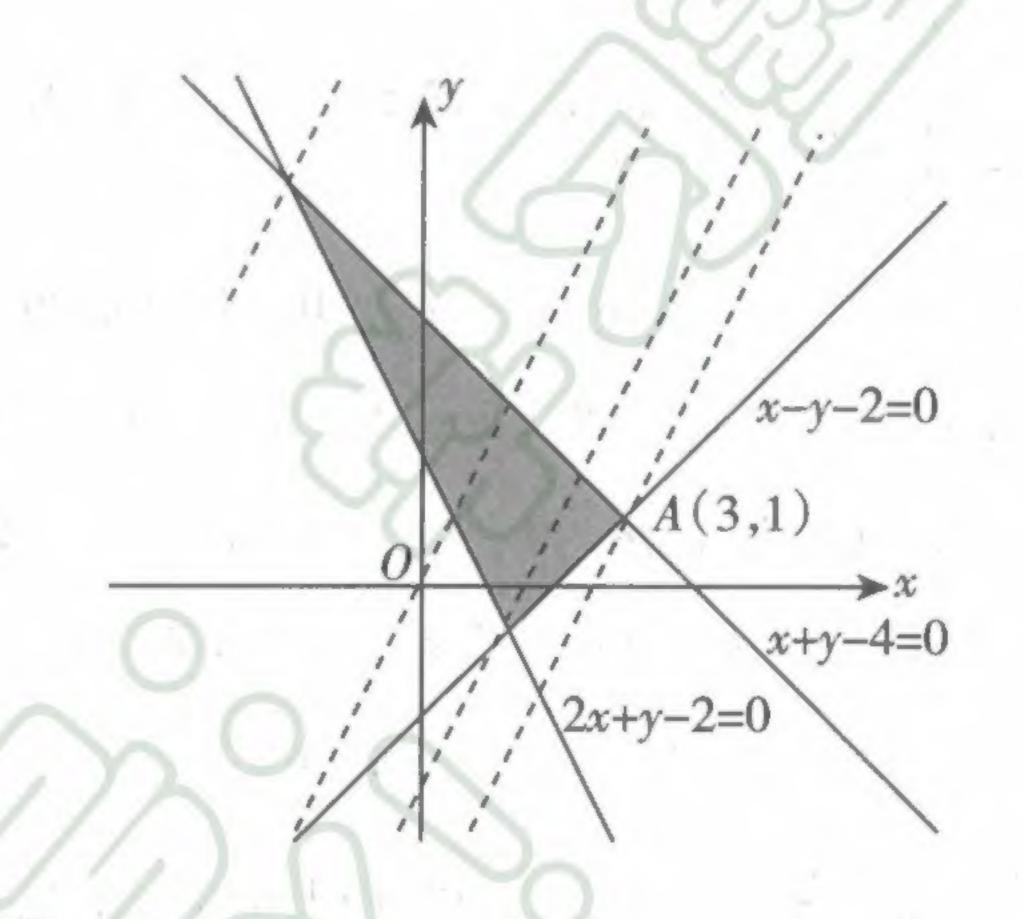
#### 5.【参考答案】B

【命题意图】本题考查线性规划,考查运算求解能力, 落实数学运算核心素养.

【全能解析】作出可行域如图中阴影部分(含边界)所示,当目标函数 z=2x-y+3 取最大值时,即 y=2x-z+3 在y轴上截距最小,z=2x-y+3 取到最大值时

经过点 A, 即满足  $\begin{cases} x+y-4=0, \\ x-y-2=0, \end{cases}$  解得点 A 的坐标为

(3,1),所以 $z_{\text{max}} = 2 \times 3 - 1 + 3 = 8$ ,故选 B.



#### 6.【参考答案】B

【命题意图】本题考查函数的图象与性质,考查运算求解能力,落实数学运算核心素养.

【全能解析】因为  $f(x) = \frac{e^x \cdot \sin x}{x^2}$ , f(-x) =

 $\frac{e^{-x} \cdot (-\sin x)}{x^2} \neq f(x)$ ,所以 f(x)不为偶函数,所以

图象不关于 y 轴对称,排除选项 A; 因为 f(x) =

 $\frac{e^{x} \cdot \sin x}{r^{2}}, f(-x) = \frac{e^{-x} \cdot (-\sin x)}{r^{2}} \neq -f(x), 所以$ 

f(x)不为奇函数,所以图象不关于坐标原点对称,排除选项 D;  $f(2\pi) = 0$ ,排除选项 C,故选 B.

【参考答案】(1)利用同角三角函数的基本关系消去 参数α得到曲线 C 的普通方程,再由直角坐标方程 与极坐标方程的互化公式,即可求解;( $\Pi$ )将  $\theta = \frac{\pi}{3}$ ,  $\theta = \frac{\pi}{6}$ 代入曲线 C 的极坐标方程中,解得  $\rho_1$ ,  $\rho_2$ , 再利

$$\alpha$$
,得 $\frac{x^2}{2} + y^2 = 1$ . (2分

将
$$\begin{cases} x = \rho \cos \theta, \\ y = \rho \sin \theta \end{cases}$$
代人上式,

用三角形的面积公式,即可得解.

化简得 
$$\rho^2 \cos^2 \theta + 2\rho^2 \sin^2 \theta = 2$$
, (4分)

$$\mathbb{P} \rho^2 = \frac{2}{1 + \sin^2 \theta},$$

所以 
$$C$$
 的极坐标方程为  $\rho^2 = \frac{2}{1+\sin^2\theta}$ . (5分)

(II)将  $\theta = \frac{\pi}{2}$ 代人 C 的极坐标方程得  $\rho^2 =$ 

$$\frac{2}{1+\sin^2\frac{\pi}{3}} = \frac{8}{7}$$

所以
$$|OA| = \frac{2\sqrt{14}}{7}$$
. (7分

将 
$$\theta = \frac{\pi}{6}$$
代入 C 的极坐标方程得  $\rho^2 = \frac{2}{1+\sin^2\frac{\pi}{6}}$ 

$$\frac{8}{5}$$
,所以 $|OB| = \frac{2\sqrt{10}}{5}$ , (8分

所以 $\triangle ABO$ 的面积  $S_{\triangle ABO} = \frac{1}{2} |OA| \cdot |OB| \sin \frac{\pi}{6}$ .

$$= \frac{1}{2} \times \frac{2\sqrt{14}}{7} \times \frac{2\sqrt{10}}{5} \times \frac{1}{2} = \frac{2\sqrt{35}}{35}.$$
 (10 \(\frac{1}{2}\)

23. 【命题意图】本题考查绝对值不等式的解法、含参不 等式恒成立问题,考查运算求解能力、数形结合的思 想,考查数学运算、逻辑推理核心素养.

【名师指导】(1)分段讨论不等式的解集,再取并集 即可求解;( $\Pi$ )利用函数图象确定 f(x)的最小值,根 据题意列不等式,再解不等式即可求解.

【全能解析】(I)当  $x \le -\frac{5}{2}$ 时, f(x) = -x + 1

 $2x-5=-3x-4 \ge 5$ ,

所以  $x \leq -3$ ;

解得  $x \leq -3$ ,

当
$$-\frac{5}{2}$$
< $x$ <1 时,  $f(x) = -x+1+2x+5=x+$ 

 $6 \ge 5$ ,

解得  $x \ge -1$ ,

所以 $-1 \leq x < 1$ ;

当  $x \ge 1$  时,  $f(x) = x-1+2x+5=3x+4 \ge 5$ ,

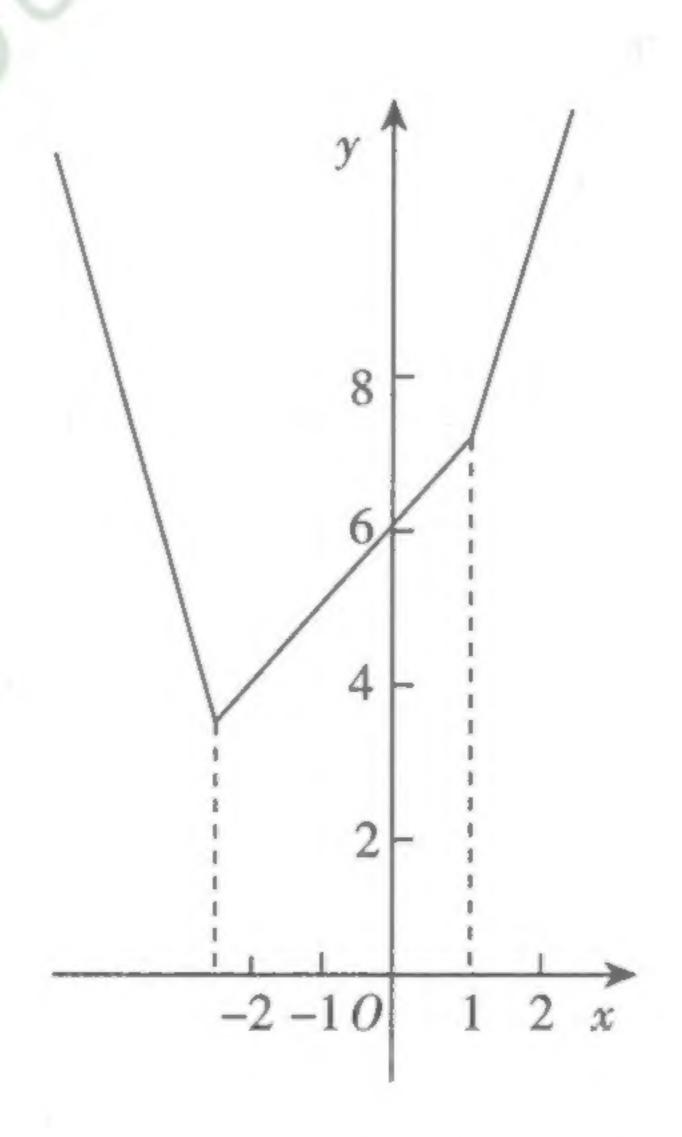
解得  $x > \frac{1}{3}$ ,

所以  $x \ge 1$ .

综上所述,不等式 f(x)≥5 的解集为  $(-\infty, -3]$  U  $-1,+\infty$ ). (5分)

$$( ||| ) f(x) = ||x-1|| + ||2x+5|| = \begin{cases} -3x-4, x \le -\frac{5}{2}, \\ x+6, & -\frac{5}{2} < x < 1, \\ 3x+4, & x \ge 1, \end{cases}$$

其图象如图所示.



由图象可知  $f(x)_{min} = f(-\frac{5}{2}) = \frac{7}{2}$ . (7分)

因为  $f(x) > a^2 - \frac{5}{2}a$  恒成立,

所以
$$\frac{7}{2} > a^2 - \frac{5}{2}a$$
, (8分)

解得
$$-1 < a < \frac{7}{2}$$
, (9分)

所以 
$$a$$
 的取值范围是 $\left(-1, \frac{7}{2}\right)$ . (10分)

(2)水浴加热 (1分) 受热均匀,便于控制温度 (2分)

(3)  $8MnO_4^- + 5H_2S + 14H^+ = 8Mn^{2+} + 5SO_4^{2-} +$ 12H2O (2分)

(4)干燥 (2分) 乙醇 (2分)

(5)1.580 (2分) 酸 (1分)

【命题意图】本题考查实验基本操作方法及原理,根 据原理和现象书写离子方程式,根据实验数据进行 计算等。侧重分析问题、解决问题的综合能力和实 验探究与创新能力的考查。

【全能解析】(1)步骤①的目的是除去废铁屑表面的油 污,油污在碱性条件下容易水解,常用热的氢氧化钠 溶液或碳酸钠溶液清洗,然后水洗,即碱煮水洗。 (2)步骤②需要加热温度保持80~90℃,为保持温度 恒定且低于水的沸点,故可采用水浴加热的方式,既 受热均匀又便于控制温度。(3)废铁屑中含有少量的 FeS与硫酸反应生成 H2S气体,用酸性 KMnO4 溶液 吸收且无沉淀产生,说明没有单质 S 生成,根据氧化 还原反应原理写出吸收过程发生反应的离子方程式:  $8MnO_4^- + 5H_2S + 14H^+ = -8Mn^{2+} + 5SO_4^{2-} + 12H_2O_4$ H2S是酸性气体可以用 NaOH 溶液吸收, H2S可与 CuSO4溶液反应生成 CuS 沉淀,为了防止倒吸可以加 装倒置的漏斗,故选择 CD 装置。(4)为了除去可溶性 杂质得到硫酸亚铁铵晶体,需经过的步骤为蒸发浓 缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥,硫酸亚铁铵不溶于乙 醇,为减少溶解损失,故可用乙醇洗涤晶体。(5)因没 有 450 mL 的容量瓶,应选用 500 mL 的容量瓶配制 KMnO<sub>4</sub> 溶液,  $m = c \cdot V \cdot M = 0.020 0 \text{ mol/L} \times$ 0.5 L×158 g/mol=1.580 g。KMnO4 溶液具有强氧 28.(14分) 化性应使用酸式滴定管盛装。

27. (14分)

【参考答案】(1)2PbO · Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (2分) AgCl (2分)

(2)粉碎、搅拌、适当延长浸出时间、适当提高盐酸浓 度、适当升高温度 (2分)(其他合理答案也可)

(3)  $Pb_2Sb_2O_7 + 14HCl = 2PbCl_2 + 2SbCl_5 +$ 7H2O (2分)

(4)1.0 (1分) 2.5(2.0≤PH≤2.5均可) (1分)

(5)  $Bi^{3+} + Cl^{-} + H_2O = BiOCl + 2H^{+}$  (2分)  $(6)\frac{20}{m}$  (2分)

【命题意图】本题考查金属元素及其化合物的相关知 识渗透力证据推理与模型认知的学科核心素养。 《全能解析](1)Pb2Sb2O7 中Pb的化合价为+2,Sb的

化合价为力只将其写成氧化物的形式为

2PbO·Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.分银渣小Ag和O<sub>2</sub>、HCI反应生或

AgC1,故分银查浸出后的浸出渣中除 PbC12外还有 AgC1。(2)"浸"时,为提自原料浸出率可采取的措 施有粉碎.搅拌、适当死长婆出时间、适当提高盐酸 浓度. 适当升高温度。(3) Pb<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>O<sub>7</sub>在"浸出"时生成 PbCl<sub>2</sub>、SbCl<sub>5</sub>, 可推出反应的化学方程式为 Pb<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>O<sub>7</sub> + 14HC1==2PbC1s ↓ + 2SbC1s + 7H2O。(4)根据"一 次水解"时的沉淀率与pH的关系图可知,当pH为 1.0时,锑的沉淀率较大,而铋的沉淀率几乎为0,而 后随着pH的升高,铋的沉淀率逐渐增大,故"一次水 解"时适宜的 pH 为 1.0;"二次水解"时,随着 pH 的 升高,铋的沉淀率逐渐增大,在pH约为2.0时,沉淀 率已经较大,再随着 pH 的升高, pH 为 2.5 时, 铋的 沉淀率几乎达到100%,故"二次水解"时适宜的 pH为 2.0≤PH≤2.5。(5)BiCl₃水解生成 BiOCl 的离 子方程式为 Bi³++Cl⁻+H₂O──BiOCl ↓+2H+。 (6)根据题意可知,分银渣中铋元素的质量为 20.9%×m×10³g,所得产物 BiOCl 中所含铋元素的 质量为 $\frac{52.1 \text{ g}}{260.5 \text{ g/mol}} \times 209 \text{ g/mol} = 41.8 \text{ g}$ ,故铋元素的

【参考答案】(1)4NH<sub>3</sub>(g)+6NO(g)=5N<sub>2</sub>(g)+  $6H_2O(1)$   $\Delta H = -2.072.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  (2分)

(2) i. 放热 (1分) ii. CD (2分) iii. 温度较 高时,温度变化对平衡移动的影响大于浓度变化对 平衡移动的影响 (2分)

(3) 
$$\frac{p^{\theta}\alpha}{t}$$
 (2分)  $\frac{\alpha^2}{4(1-\alpha)^2}$  (2分)

(4) 负极 (1分)  $ClO_3^- + e^- + 2H^+ = ClO_2 \wedge +$ H2O (2分)

【命题意图】本题考查盖斯定律、化学平衡的标志、平衡移动、化学反应速率、平衡常数和电解池,体现了变化观念与平衡思想、证据推理与模型认知的学科核心素养。

【全能解析】(1)常温下,NH。还原 NO 的热化学方程 式为 ④ 4NH<sub>3</sub> (g) + 6NO (g) == 5N<sub>2</sub> (g) + 6H<sub>2</sub>O(l) ΔH,由盖斯定律可得,④=②-①×5+ ③×6,则  $\Delta H = \Delta H_2 - 5\Delta H_1 + 6\Delta H_3 =$  $-906.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 180.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 5 - 44.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times$ 6=-2072.2 kJ·mol<sup>-1</sup>。(2) i. 由图像可知,起始投料 比一定时,温度越高,CO的平衡转化率越低,说明升 高温度平衡逆向移动,所以正反应为放热反应。 ii. 恒容条件下,容器内气体的密度始终保持不变,A错 误; $v_{\mathbb{L}}(CO) = 2v_{\mathring{w}}(N_2)$ 时反应达到平衡状态,B错 误; $2NO(g)+2CO(g) \longrightarrow N_2(g)+2CO_2(g)$ 的正反应 是气体体积减小的反应,平衡建立过程中气体总压强不 断变化,当容器内压强不变时,该反应达到平衡状态, C正确;容器内混合气体中CO2的体积分数保持不变 时,CO2的浓度保持不变,该反应达到平衡状态,D正 确。ii. 根据图像可知,影响 CO 的平衡转化率的因素有 温度和起始投料比,温度较高时,不同投料比下 CO的 平衡转化率趋近相近,说明温度对平衡移动的影响占主 要地位,即温度变化对平衡移动的影响大于浓度变化对 平衡移动的影响。(3)NO的起始物质的量为1 mol, NO 的转化率为 α, 达平衡时间为 t min。

$$C(s) + 2NO(g) \Longrightarrow N_2(g) + CO_2(g)$$
起始/mol
$$1 \quad 0 \quad 0$$
转化/mol
$$\alpha \quad 0.5\alpha \quad 0.5\alpha$$
平衡/mol
$$1 - \alpha \quad 0.5\alpha \quad 0.5\alpha$$

$$v(NO) = \frac{\left[p^0 - p^\theta (1 - \alpha)\right] Pa}{t \min} = \frac{p^\theta \alpha}{t} Pa \cdot \min^{-1},$$

$$K^0 = \frac{p(N_2)}{\left[\frac{p(N_2)}{t^\theta}\right]^2} \cdot \frac{p(CO_2)}{p^\theta} = \frac{0.5\alpha \cdot p^\theta}{\left[\frac{(1 - \alpha) \cdot p^\theta}{t^\theta}\right]^2} = \frac{\alpha^2}{4(1 - \alpha)^2}.$$

(4)电解 NaClO<sub>3</sub> 溶液产生 ClO<sub>2</sub>, 氯元素化合价降低,发生还原反应,故 a 极为阴极,则 a 极与电源的负极相连。电解质溶液为酸性,故阴极电极反应式为ClO<sub>3</sub> +e<sup>-</sup>+2H<sup>+</sup>——ClO<sub>2</sub> ↑+H<sub>2</sub>O。

29. (11分,除标注外每空2分)

【参考答案】(1)温度、光照强度 弱光 (1分) 将水分解并形成氧和[H],在有关酶的催化作用下合成 ATP

(2)大于 3 000 1x 低温、弱光 相同温度下,叶绿素 a/b 的值的大小关系为 C1 < C3, C2 与 C4 基本持平;相同光照强度条件下,叶绿素 a/b 的值的大小关系为 C1>C2,C3>C4

【命题意图】本题主要考查光合作用的相关知识,意在 考查学生对实验数据分析推理得出结论的能力、语言表 达能力、生命观念、科学思维和科学探究等核心素养。

【全能解析】(1)分析题表可知,该实验的自变量为温 度和光照强度;弱光条件下蓝紫色光较多,蓝绿色光 较少,而叶绿素 a 主要吸收蓝紫色光,叶绿素 b 主要 吸收蓝绿色光,因此叶绿素 a/b 的值越大,越有利于 作物在弱光条件下吸收光能进行光合作用;吸收的 光能有2个方面的用途:一是将水分解并形成氧和 [H],二是在有关酶的催化作用下合成 ATP。(2)光 照、温度均可影响叶绿素的合成。叶绿素的合成需 要光照,由表可知,相同温度下,叶绿素 a 含量、叶绿 素b含量及叶绿素总量都是 C1>C3,C2>C4,即相 同温度下,光照强度与叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量 及叶绿素总量呈正相关。而CK组的叶绿素a含量、 叶绿素 b 含量、叶绿素总量及叶绿素 a/b 的值均最 高,所以CK组的温度和光照强度均比实验组的高, 故 CK 组中光照强度"正常"值应为大于 3 000 1x; C1~C4组的叶绿素 a/b的值相比 CK组显著降低, 说明低温、弱光条件对植物叶绿素 a/b的值有影响; 由表分析可知,相同温度下,叶绿素 a/b 的值的大小 关系为 C1 < C3, C2 与 C4 基本持平,相同光照强度 条件下,叶绿素 a/b 的值的大小关系为 C1>C2, C3>C4,故温度比光照对叶绿素 a/b 的值的影响 略大。

【创新点分析】基于实验情境和光合作用的有关知识,考查学生对实验变量、实验结果、实验结论间的逻辑关系的分析能力和语言表达能力,突出对科学探究和科学思维核心素养的考查。

则 
$$\lambda = 1 + \frac{t}{1 + (t+1)^2} = 1 + \frac{1}{t + \frac{2}{t} + 2}$$
 (9 分)

因为 
$$t+\frac{2}{t}+2 \ge 2\sqrt{t\cdot\frac{2}{t}}+2=2\sqrt{2}+2$$
, (10分)

所以 
$$1 < 1 + \frac{1}{t + \frac{2}{t} + 2} \le \frac{\sqrt{2} + 1}{2}$$
, 当且仅当  $t = \frac{2}{t}$ , 即

$$t = \sqrt{2}$$
时取等号,此时  $k = \frac{\sqrt{6} + \sqrt{3}}{3}$ , (11分)

即 
$$1 < \lambda \leq \frac{\sqrt{2}+1}{2}$$
,

所以
$$\lambda$$
的取值范围为 $\left(1,\frac{1+\sqrt{2}}{2}\right)$ . (12分)

21.【命题意图】本题考查零点存在定理、利用导数研究 函数的单调性、极值、零点,考查推理论证能力、运算 求解能力,考查分类讨论的思想、化归与转化的思 想、数形结合的思想,考查数学运算核心素养.

【名师指导】(I)先求导,再分类讨论,结合单调性、极值即可求解;(II)先利用求导研究函数 f(x)的单调性与极小值点,确定  $x_1$  与  $x_2$  的取值范围,再构造出函数 F(x),利用导数研究其单调性,即可得证.

【全能解析】(I) $f(x) = e^x + ax$ 的定义域为  $(-\infty, +\infty), f(x) = e^x + a.$ 

当  $a \ge 0$  时, f(x) > 0 在  $(-\infty, +\infty)$  上恒成立,

所以 f(x) 在  $(-\infty, +\infty)$  上 单 调 递 增.

当
$$a=0$$
时, $f(x)>0,f(x)$ 无零点; (1分

当 
$$a > 0$$
 时, $f\left(-\frac{2}{a}\right) = e^{-\frac{2}{a}} - 2 < 0$ , $f(0) = e^{0} = 1 > 0$ ,

所以 
$$f(x)$$
 有一个零点; (2分)

当a < 0时,令 $f(x) = e^x + a = 0$ ,解得 $x = \ln(-a)$ .

由 
$$f'(x) < 0$$
 得  $x < \ln(-a)$ ; 由  $f'(x) > 0$  得  $x > \ln(-a)$ ,

所以 f(x) 在  $(-\infty, \ln(-a))$  上 单 调 递 减,在  $(\ln(-a), +\infty)$  上单调递增,

故 f(x) 有极小值  $f(\ln(-a)) = -a + a \ln(-a)$ .

若一 $a+a\ln(-a)>0$ ,即一e<a<0时,f(x)>0,

$$f(x)$$
 无零点; (3分)

当 
$$a=-e$$
 时,  $f(x)$  有一个零点;

所以当 a < -e 时, f(x) 有两个零点. 综上, 当 a = 0 时, f(x) 无零点;

若一 $a+a\ln(-a)$ <0,即a<一e时,

当 $x \to +\infty$ 时,  $f(x) \to +\infty$ ; 当 $x \to -\infty$ 时,  $f(x) \to +\infty$ ,

(5分)

(6分)

当 a>0 时, f(x) 有一个零点;

当-e < a < 0时,f(x)无零点;

当 a=-e 时, f(x) 有一个零点;

当 
$$a < -e$$
 时,  $f(x)$  有两个零点.

(II)证明:g(x) = f(x) - b 有两个零点 $x_1, x_2$ ,

即 y=f(x)的图象与 y=b的图象有两个交点.

当 a=-1 时,  $f(x)=e^x-x$ , 定义域为( $-\infty$ ,  $+\infty$ ),

$$f'(x) = e^x - 1, \tag{7分}$$

 $\Leftrightarrow f'(x) = e^x - 1 = 0,$ 

解得 x=0.

当x < 0时,f(x) < 0,

所以 f(x)在  $(-\infty,0)$ 上单调递减;

当x>0时,f(x)>0,

所以 f(x) 在  $(0,+\infty)$  上单调递增,

所以 
$$f(x)$$
 在  $x=0$  处取极小值. (8分)

设 $x_1 < x_2$ ,则 $x_1 < 0 < x_2$ .

则  $F'(x) = e^x + e^{-x} - 2 > 0$ ,

所以
$$F(x)$$
在 $(-\infty,0)$ 上单调递增, (9分)

所以F(x) < F(0) = 0,

所以,当
$$x<0$$
时, $f(x)< f(-x)$ . (10分)

因为  $x_1 < 0$ ,所以  $f(x_1) < f(-x_1)$ .

 $\nabla f(x_1) = f(x_2),$ 

所以 
$$f(x_2) < f(-x_1)$$
. (11分)

因为 f(x) 在  $(0,+\infty)$  上单调递增, $x_2>0,-x_1>0$ ,

所以  $x_2 < -x_1$ ,

所以 
$$x_1 + x_2 < 0$$
. (12分)

22.【命题意图】本题考查直角坐标方程与极坐标方程、参数方程与普通方程的互化、极径的几何意义,考查运算求解能力、化归与转化的思想,考查数学运算核心素养。

(4分)

所以 
$$\sin B = \sqrt{1 - \cos^2 B} = \frac{\sqrt{5}}{3}$$
, (5分)

所以 
$$\tan B = \frac{\sin B}{\cos B} = -\frac{\sqrt{5}}{2}$$
. (6分)

(II)由余弦定理得  $b^2 = a^2 + c^2 - 2ac\cos B \ge 2ac +$ 

$$\frac{4}{3}ac = \frac{10}{3}ac$$
(当且仅当  $a = c$  时,取等号). (15分)

因为 
$$b = \sqrt{30}$$
,所以  $ac \leq 9$ , (9分

所以 
$$S_{\triangle ABC} = \frac{1}{2}ac \sin B \leqslant \frac{1}{2} \times 9 \times \frac{\sqrt{5}}{3} = \frac{3\sqrt{5}}{2}$$
, (11分)

所以
$$\triangle ABC$$
 面积的最大值为 $\frac{3\sqrt{5}}{2}$ . (12分)

若选②:(I)因为
$$\frac{\sin A}{bc} + \frac{\sin C}{ab} - \frac{\sin B}{ac} = \frac{4\sin C}{3bc}$$
,

所以 
$$a\sin A + c\sin C - b\sin B = -\frac{4}{3}a\sin C$$
. (2分

由正弦定理得 
$$a^2+c^2-b^2=-\frac{4}{3}ac$$
, (3分)

则由余弦定理的推论得 
$$\cos B = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac} = -\frac{2}{3}$$
,

所以 
$$\sin B = \sqrt{1 - \cos^2 B} = \frac{\sqrt{5}}{2}$$
, (5 分)

所以 
$$\sin B = \sqrt{1 - \cos^2 B} = \frac{\sqrt{5}}{3}$$
, (5分)

所以  $\tan B = \frac{\sin B}{\cos B} = -\frac{\sqrt{5}}{2}$ .

# (Ⅱ)同①.

若选③:(I)因为
$$\frac{3}{ac} + \frac{4}{a^2 + c^2 - b^2} = 0$$
,

所以 
$$3(a^2+c^2-b^2)=-4ac$$
, (2分)

所以 
$$a^2 + c^2 - b^2 = -\frac{4}{3}ac$$
. (3分)

由余弦定理的推论得 
$$\cos B = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac} = -\frac{2}{3}$$
,

(6分)

所以 
$$\sin B = \sqrt{1 - \cos^2 B} = \frac{\sqrt{5}}{3}$$
, (5分)

所以 
$$\tan B = \frac{\sin B}{\cos B} = -\frac{\sqrt{5}}{2}$$
. (6分)

#### (Ⅱ)同①.

[创新点分析]本题通过条件的不同选择,强调了对三 角函数知识的灵活运用;通过结构不良,发挥试题选 拔功能,体现了高考评价体系中对数学的创新性的考 查要求.

20.【命题意图】本题考查轨迹方程、直线与椭圆的位置 关系,考查运算求解能力、推理论证能力及数形结 合、化归与转化的思想,考查数学运算、逻辑推理 核心素养.

【名师指导】(I)先设点 Q(x,y),  $P(x_0,y_0)$ , 再根据 题中条件,得到P,Q两点间的坐标关系,用点Q的 坐标表示点 P 的坐标,代入圆的方程,即可求解; (II)设出直线  $B_1M$  的方程,与椭圆方程联立,求出点 M的横坐标,同理,求出点 E的横坐标. 根据题中条 件得到λ的表达式,结合基本不等式,即可求解.

【全能解析】(I)设  $Q(x,y), P(x_0,y_0)$ .

因为 
$$PD_{\perp}x$$
 轴, 所以  $D(x_0,0)$ . (1分)

由
$$\overrightarrow{PD} = \sqrt{3} \ \overrightarrow{QD}$$
,得 $(0, -y_0) = \sqrt{3}(x_0 - x, -y)$ ,

(2分)

故
$$\begin{cases} x_0 = x, \\ y_0 = \sqrt{3}y, \end{cases} \tag{3.4}$$

代人 
$$x_0^2 + y_0^2 = 3$$
,整理得 $\frac{x^2}{3} + y^2 = 1$ ,

即所求点 Q 的轨迹方程为
$$\frac{x^2}{3} + y^2 = 1$$
. (4分)

(II)因为 $\overline{MB_1} = \lambda \overline{EB_1}$ ,  $\overline{A_2B_2} = \mu \overline{A_2E}$ ,

所以直线  $B_1M$  与直线  $A_2B_2$  交于点 E.

设直线 
$$B_1M$$
 的方程为  $y = kx - 1, k > \frac{\sqrt{3}}{3}$ . (5分)

联立 
$$\begin{cases} y = kx - 1, \\ \frac{x^2}{3} + y^2 = 1, \end{cases}$$
 消去 y 整理得  $(1 + 3k^2) x^2 - 6kx = 0,$ 

解得 
$$x_M = \frac{6k}{1+3k^2}$$
 (6分)

联立 
$$\begin{cases} y = kx - 1, \\ \frac{x}{\sqrt{3}} + y = 1, \end{cases}$$
 消去 y 整理得  $x_E = \frac{2\sqrt{3}}{1 + \sqrt{3}k}, (7 \text{ } \%)$ 

所以 
$$\lambda = \frac{|\overrightarrow{MB_1}|}{|\overrightarrow{EB_1}|} = \frac{|x_M|}{|x_E|} = \frac{x_M}{x_E} = \frac{\frac{6k}{1+3k^2}}{\frac{2\sqrt{3}}{1+\sqrt{3}k}} =$$

$$\frac{\sqrt{3}k+3k^2}{1+3k^2} = 1 + \frac{\sqrt{3}k-1}{1+3k^2}.$$
 (8 分)

\$\phi t=\sqrt{3}k-1(t>0),

【押题目标点分析】通过新情境,在知识上考查影响 光合作用的因素,在能力上考查学生对实验变量、实 验结果、实验结论间的逻辑关系的分析能力和语言 表达能力。备考中应夯基础、构体系、树能力。

# 30. (9分,除标注外每空1分)

【参考答案】(1)化学 调节种间关系,有利于维持生 态系统的稳定性 (2分)

- (2)狼 能量流动有逐级递减特点,食物链越长,损 失的能量越多(2分)
- (3)通过捕食促进营养级间碳传递;通过呼吸作用将 体内有机碳转化为无机环境中的 CO<sub>2</sub> (3分)

【命题意图】本题主要考查生态系统的功能的相关知 识,意在考查学生理解能力、获取信息的能力及生命 观念等核心素养。

【全能解析】(1)狼发出的气味属于生态系统中的化学 信息;狼与兔间猎捕和躲避猎捕说明信息传递能调节 种间关系,有利于维持生态系统的稳定性。(2)植物 性食物要比动物性食物难消化成分多,在摄取同等能 量食物情况下,狼和兔中狼的同化效率高;生态系统 中食物链通常较短,主要原因与能量流动有逐级递减 特点,食物链越长,损失的能量越多有关。(3)狼在生 态系统中对碳循环的作用有通过捕食促进营养级间 碳传递,通过呼吸作用将体内有机碳转化为无机环境 中的 CO2 等。

# 31. (9分,除标注外每空2分)

# 【参考答案】(1)吲哚乙酸 赤霉素

- (2)同一植物的不同器官对生长素的敏感性不同,根 的敏感性大于芽 (3分)
- (3)具有生长素的作用,但植物体内没有分解它的酶 【命题意图】本题主要考查植物激素调节的相关知 识,意在考查学生理解能力、生命观念和科学思维等 核心素养。

【全能解析】(1) IAA的中文名称为吲哚乙酸;赤霉素 和IAA都能促进细胞的生长进而促进植物的生长。 (2)图甲、图乙说明 IAA 对青稞种子的根和芽的伸长 生长表现出一定的促进作用。在 2~8 μmol· L<sup>-1</sup>梯 度范围内,随着生长素浓度的升高其对青稞种子的 根和芽的促进作用稍有加强。但数据显示,

10 µmol·L¹浓度时,生长素对种子根的伸长生长产 生明显的抑制作用,说明青稞种子根对生长素的适宜浓 度偏低,原因为同一植物的不同器官对生长素的敏感性 不同,根对生长素的敏感性大于芽。(3)人工合成的生 长素类似物具有生长素的作用,但植物体内没有分解它 的酶, 所以可以长时发挥作用。

【创新点分析】在生活情境中,通过比较、分析明确各 激素的作用机理, 并运用生物学规律和原理, 对可能 的结果进行分析(阐述其原因)

[押题目标点分析]注重基础,能通过比较、分析与归 纳,明确各激素的产生、作用等分面的异同,并能在 具体情境中对原因进行解释。

#### 32. (10分,每空2分)

【参考答案】(1)棒眼雌蝇×圆眼雄蝇(正交)和圆眼 雌蝇×棒眼雄蝇(反交) 正交产生子代雌雄果蝇均 为棒眼,反交产生子代中雌蝇均为棒眼而雄蝇均为 圆眼 正交和反交产生子代雌雄果蝇均为圆眼

(2)让纯合棒眼杏红眼雌蝇和纯合圆眼红眼雄蝇杂 交获得杂合棒眼红眼子代雌蝇,再让该杂合棒眼红 眼雌蝇与纯合圆眼红眼雄蝇杂交,即可获得纯合圆 眼红眼雌蝇

#### (3)3/64

【命题意图】本题主要考查基因分离定律、自由组合 定律和伴性遗传的相关知识,意在考查学生理解能 力、获取信息的能力、实验与探究能力、科学思维和 科学探究等核心素养。

【全能解析】(1)为判断果蝇棒眼和圆眼的显隐性及 B/b 基因位于常染色体上还是 X 染色体上,可利用 纯合果蝇通过正交和反交实验完成,即棒眼雌蝇× 圆眼雄蝇(正交)和圆眼雌蝇×棒眼雄蝇(反交);当 实验结果为正交产生子代雌雄果蝇均为棒眼,反交 产生子代中雌蝇均为棒眼而雄蝇均为圆眼,可证明 棒眼为显性性状且 B/b 基因位于 X 染色体上; 当实 验结果为正交和反交产生子代雌雄果蝇均为圆眼, 可证明圆眼为显性性状且 B/b 基因位于常染色体 上。(2)若已证明棒眼为显性性状且 B/b 基因位于 X染色体上。现以纯合棒眼杏红眼雌蝇和纯合圆眼 红眼雄蝇为材料,通过实验获取纯合圆眼红眼雌蝇

的实验思路为让纯合棒眼杏红眼雌蝇和纯合圆眼红 眼雄蝇杂交获得杂合棒眼红眼雌蝇,再让该杂合棒眼 红眼雌蝇与纯合圆眼红眼雄蝇杂交,即可获得纯合圆 眼红眼雌蝇。(3)若已证明圆眼为显性性状且 B/b基 因位于常染色体上。现用纯合红眼棒眼小翅雌蝇和 纯合杏红眼圆眼长翅雄蝇杂交获取 F1, F1 相互交配 产生 F2, 当F2 中红眼棒眼长翅雄蝇出现比例为 3/64, 可证明长翅为显性性状且三对相对性状均独立遗传。

【押题目标】综合多对性状考查自由组合定律是高 命题趋势,渗透常染色体和 X 染色体上基因遗传规 律比较,检测学生分析、推理和简单计算能力,是对 学生科学思维的多角度训练。

#### 33. (15分)

(1)(5分)

#### 【参考答案】BDE

【命题意图】本题考查分子动理论。

【全能解析】用手和活塞在注射器中封闭一定质量的 理想气体,用力向外拉动活塞会明显感觉到反向阻 力,这一现象是因为当活塞往外拉时,注射器里面的 气压随着气体体积的增大而明显减小,造成注射器里 面的气压小于外面的气压,把活塞压住了,所以感觉 难拉,理想气体分子间的距离很大,分子势能可以忽 略不计,所以分子间的引力可以忽略,A 错误;当注射 器中封住一定质量的注射液,用力向里推活塞会明显 感觉压缩阻力,因为注射液液体分子间的间隙很小, 液体分子间的分子力特别明显,向里推活塞时液体分 子间表现为斥力,B正确;两种不同的液体、气体或固 体互相接触时,都会发生扩散现象,只是气体和液体 的扩散现象明显,而固体的扩散现象不明显而已,扩 散现象表明分子都在不停地做热运动,分子的热运动。 在任何条件下都会发生,C错误;当人在夏天吃冰棒 时,冰棒在嘴里由0℃冰融化成0℃水的过程要吸收热 量,水分子的内能变大,而分子的平均动能与温度有 关,温度不变时分子平均动能不变,说明分子势能增 大,D正确;标况下氢气的摩尔体积为22.4 L/mol,由 此可用 $\frac{V}{N}$ 算出标况下氢气分子占有的平均空间,而

标况下单一氢气分子的实际体积 $V_0 < \frac{V}{N_A}$ ,E正确。

(2)(10分)

解:(i)对车胎内气体分析,出发前压强为 p1= 2.8 bar=2.8×10<sup>5</sup> Pa, t<sub>1</sub>=27 °C,到服务区时 p<sub>2</sub>= 3.36 bar=3.36×105 Pa,且过程中体积可视为不变。 (1分)

由査理定律得 $\frac{p_1}{273+t_1} = \frac{p_2}{273+t_2}$  (1分)

代入数据解得 t<sub>2</sub>=87℃ (1分)

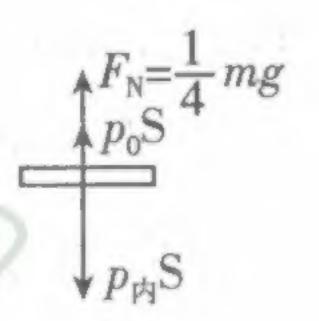
设轮胎体积为V,放气后压强为 $p_3=p_1=2.8$  bar= 2.8×10<sup>5</sup> Pa,设在该压强下体积变为 V',根据玻意耳 定律  $p_2V = p_3V'$  (1分)

代入数据解得 V'=1.2 V (1分)

所以放出的气体的质量 Δm 占后轮气体总质量 m 比

值
$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{1.2V - 1V}{1.2V} = \frac{1}{6} \approx 16.7\%$$
 (2分)

(ii)对一侧后轮的与地面接触部分的轮胎受力分 析,如图所示



刚进服务区时,设接触面积为 $S_1$ ,则 $\frac{1}{4}mg+p_0S_1=p_2S_1$ 出发前时,设接触面积为 $S_2$ ,则 $\frac{1}{4}mg+p_0S_2=p_1S_2$ 

代入数据解得 $\frac{S_1}{S_2} = \frac{45}{59} \approx 76.3\%$ ,所以抓地能力更弱

【命题意图】本题考查玻意耳定律。

34. (15分)

(1)(5分)

了 (3分)

【参考答案】1.2 (1分) y轴负方向 (2分) y轴正 方向 (2分)

【命题意图】本题考查机械波图像问题。

【全能解析】由波形图可知 $\frac{3}{4}T=0.9$  s,所以T=1.2 s;t=3.5 s 时,x=40 cm 处质点的振动时间为  $\Delta t = (3.5-0.9) \text{ s} = 2T + \frac{1}{6}T$ ,因为 t = 0.9 s时 x = 0.9 s40 cm 处质点的振动方向向下,所以 t=3.5 s 时 x=40 cm 处质点位于平衡位置与波谷之间且向下振动,此 时该质点所受回复力向上,所以加速度的方向也向上。

所以  $AC//A_1C_1$ ,

所以 $A,A_1,C,C_1$ 四点共面.

因为  $A_1A$  上平面 ABCD, BM 二平面 ABCD,

(2分) 所以  $A_1A \perp BM$ .

又  $BM \perp CC_1$ ,  $CC_1$ ,  $AA_1 \subset \mathbb{P}$  面  $A_1ACC_1$ ,

(3分) 所以 BM上平面  $A_1ACC_1$ .

因为AC $\subset$ 平面 $A_1ACC_1$ ,

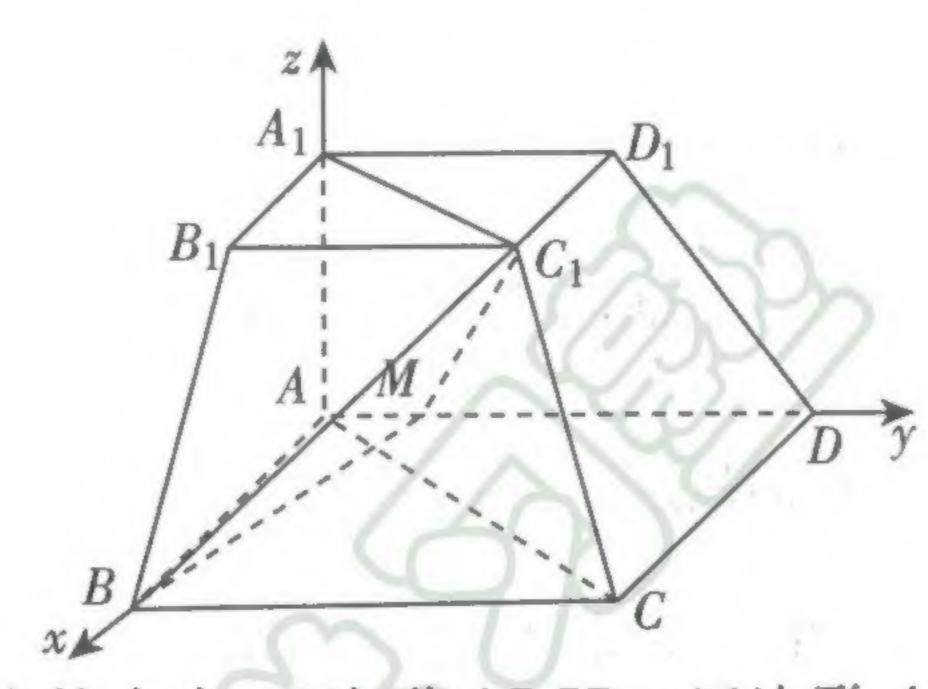
又因为四边形 ABCD 是矩形,

所以 $\angle BAD = \angle ABC = 90^{\circ}, \angle AMB = \angle BAC,$ 

所以 $\triangle ABC$  $\infty$  $\triangle MAB$ ,

所以
$$\frac{AM}{AB} = \frac{AB}{BC}$$
. (5 分)

因为 BC=AD=4, AB=2,



(II)在棱台中,四边形 ABCD公四边形  $A_1B_1C_1D_1$ ,

所以
$$\frac{A_1B_1}{B_1C_1} = \frac{AB}{BC}$$
.

又 BC=4, AB=2,  $A_1B_1=1$ , 所以  $B_1C_1=2$ . (7分)

以A为坐标原点AB,AD,AA1所在直线分别为x9 y,z轴,建立如图所示的空间直角坐标系A-xyz,

则 $B(2,0,0),M(0,1,0),C(2,4,0),C_1(1,2,2),$ 

则 
$$\overrightarrow{BC_1} = (-1,2,2)$$
, $\overrightarrow{BM} = (-2,1,0)$ , $\overrightarrow{BC} = (0,4,0)$ .

设平面  $MBC_1$  的法向量为  $m=(x_1,y_1,z_1)$ ,

$$m \cdot \overrightarrow{BC_1} = 0$$
, 即 $\begin{cases} -x_1 + 2y_1 + 2z_1 = 0, \\ m \cdot \overrightarrow{BM} = 0, \end{cases}$   $\begin{cases} -x_1 + 2y_1 + 2z_1 = 0, \\ -2x_1 + y_1 = 0, \end{cases}$ 

则
$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{n} \cdot \overrightarrow{BC_1} = 0, \\ \mathbf{n} \cdot \overrightarrow{BC} = 0, \end{array} \right.$$
 即 $\left\{ \begin{array}{l} -x_2 + 2y_2 + 2z_2 = 0, \\ 4y_2 = 0, \end{array} \right.$ 

$$\Leftrightarrow z_2 = 1$$
,则  $x_2 = 2$ ,得  $n = (2,0,1)$ , (10分)

所以 
$$\cos\langle m,n\rangle = \frac{m \cdot n}{|m| \cdot |n|} = \frac{2 - \frac{3}{2}}{\sqrt{1 + 4 + \frac{9}{4} \cdot \sqrt{4 + 1}}}$$

$$=\frac{\sqrt{145}}{145}$$
, (11分)

所以 
$$\sin\langle m,n\rangle = \frac{12\sqrt{145}}{145}$$
,

所以二面角 
$$M-BC_1-C$$
 的正弦值为  $\frac{12\sqrt{145}}{145}$ .

(12分)

19.【命题意图】本题考查正弦定理、余弦定理、同角三角 函数的基本关系、三角形的面积公式、基本不等式, 考查运算求解能力、推理论证能力,考查数学运算、 逻辑推理核心素养.

【名师指导】(1)若选①,利用正弦定理和正弦函数 的性质,结合已知条件求出 cosB 的值,再利用同角 三角函数的基本关系即可求解;若选②,利用正弦 定理、余弦理的推论,结合已知条件求出 cosB的值, 再利用同角三角函数的基本关系即可求解;若选 ③,利用余弦定理的推论,结合已知条件求出 cosB的值,再利用同角三角函数的基本关系即可 求解;(Ⅱ)利用余弦定理、基本不等式、三角形的 面积公式、同角三角函数的基本关系结合已知条 件即可得解.

【全能解析】若选①:(I)因为  $3b \cos C - 2c = 3a$ ,

所以由正弦定理得  $3\sin B \cos C - 2\sin C = 3\sin A$ ,

(2分)

所以  $3\sin B \cos C - 2\sin C = 3\sin (B+C)$ ,

所以  $3\sin B \cos C - 2\sin C = 3(\sin B \cos C + \cos B \sin C)$ ,

(3分)

整理得 sinC(2+3cosB)=0.

又因为  $C \in (0,\pi)$ ,所以  $\sin C \neq 0$ ,

所以 
$$\cos B = -\frac{2}{3}$$
, (4分)

设平面  $CBC_1$  的法向量为  $n=(x_2,y_2,z_2)$ ,

(9分)

$$\frac{\cos\alpha (1+2\sin\alpha)}{\sin\alpha (3+2\sin\alpha)} = \frac{\cos\alpha}{2\sin\alpha},$$
解得  $\sin\alpha = \frac{1}{2}$ . 因为  $\alpha \in$ 

$$\left(\frac{\pi}{2},\pi\right)$$
,所以  $\alpha = \frac{5\pi}{6}$ ,  $\tan\alpha = -\frac{\sqrt{3}}{3}$ .

#### 15.【参考答案】6

【命题意图】本题考查等差数列在实际问题中的应用,考查运算求解能力,考查数学运算核心素养.

【全能解析】用 n 表示天数,设售出徽章件数为数列  $\{a_n\}(n=1,2,\cdots,21)$ ,公差为  $d_1$ ,价格为数列  $\{b_n\}(n=1,2,\cdots,21)$ ,公差为  $d_2$ 。由题可知  $a_1=10000$ , $a_{21}=15000$ ,所以  $d_1=\frac{15000-10000}{21-1}=250$ ,所以  $a_n=10000+(n-1)\times250=250n+9750$ . 由题可知  $b_1=100$ , $b_{21}=60$ ,所以  $d_2=\frac{60-100}{21-1}=-2$ ,所以  $b_n=100+(n-1)\times(-2)=-2n+102$ ,则  $a_n$  •  $b_n=(250n+9750)$  • (-2n+102)=-500(n+39)  $(n-51)=-500(n^2-12n-1989)=-500(n-6)^2+1012500$ ,所以该店第6天收入达到最高.

#### 16.【参考答案】16π

【命题意图】本题考查抛物线的性质、直线与抛物线的位置关系、圆的面积公式,考查运算求解能力,考查数学运算、逻辑推理核心素养.

【全能解析】设点  $A(x_1,y_1)$ ,  $B(x_2,y_2)$ . 根据题意得  $OA \perp OB$ , 则  $\overline{OA} \cdot \overline{OB} = x_1x_2 + y_1y_2 = 0$ , 所以  $x_1 \cdot x_2 + \frac{x_1^2}{4} \cdot \frac{x_2^2}{4} = 0$ , 解得  $x_1 \cdot x_2 = -16$ . 易知直线 l 的 斜率存在,设直线 l 的解析式为 y = kx + m,代入抛物线  $x^2 = 4y$  中,可得  $x^2 - 4kx - 4m = 0$ ,  $\Delta = 16k^2 + 16m$  >0, 由韦达定理得  $x_1 + x_2 = 4k$ ,  $x_1 \cdot x_2 = -4m$ , 所以 m = 4, 故  $|AB| = \sqrt{1 + k^2} \cdot \sqrt{(x_1 + x_2)^2 - 4x_1x_2}$   $= \sqrt{1 + k^2} \cdot \sqrt{16(k^2 + 4)} = 4\sqrt{(1 + k^2)(k^2 + 4)} = 4\sqrt{k^4 + 5k^2 + 4}$ . 因为  $k^2 \ge 0$ , 所以函数  $y = k^4 + 5k^2 + 4$  在  $[0, +\infty)$  上是增函数,所以  $4\sqrt{k^4 + 5k^2 + 4} \ge 8$ ,当且仅当 k = 0 时,取等号,此时 |AB| 最小,即圆的面积最小,所以该圆面积的最小值为  $16\pi$ .

17. 【命题意图】本题考查相关系数、线性回归方程,考查运算求解能力、数据处理能力,考查数学运算、数据分析、数学建模核心素养。

【名师指导】(I)利用相关系数公式结合已知条件计算出相关系数 r,即可说明;(Ⅱ)利用最小二乘法求回归直线方程,并应用回归方程进行统计推断.

【全能解析】(I)
$$\overline{x} = \frac{1+2+3+4+5}{5} = 3$$
,

$$\frac{1}{y} = \frac{5+6+7+8+10}{5} = 7.2,$$
 (2分)

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{5} (x_i - \overline{x}) (y_i - \overline{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{5} (x_i - \overline{x})^2 \sum_{i=1}^{5} (y_i - \overline{y})^2}}$$

$$= \frac{12}{2\sqrt{37}} \approx \frac{6}{6.08} \approx 0.99.$$
 (5 分)

因为 y 与 x 的相关系数近似为 0.99,说明 y 与 x 的 线性相关程度相当高,从而可以用线性回归模型拟合 y 与 x 的关系. (6分)

$$(II)b = \frac{\sum_{i=1}^{5} (x_i - \overline{x})(y_i - \overline{y})}{\sum_{i=1}^{5} (x_i - \overline{x})^2} = \frac{12}{10} = 1.2,$$
 (9 分)

则  $\hat{a} = y - \hat{b}x = 7.2 - 1.2 \times 3 = 3.6$ ,

所以线性回归方程为
$$\hat{y}=1.2x+3.6$$
, (10分)

当
$$x=7$$
时, $y=1.2\times7+3.6=12(+万)$ , (11分

所以预计 2023 年该省投入改造农村厕所的费用为 120万. (12分)

【押题目标分析】本题以乡村振兴为背景,考查相关系数、回归直线方程.线性回归方程的求解及其应用、独立性检验的应用均是高考考查的热点,以选择题、解答题的形式呈现.

18.【命题意图】本题考查线面垂直的判定定理和性质定理、二面角,考查推理论证能力、空间想象能力、运算求解能力,考查直观想象、数学运算、逻辑推理核心素养.

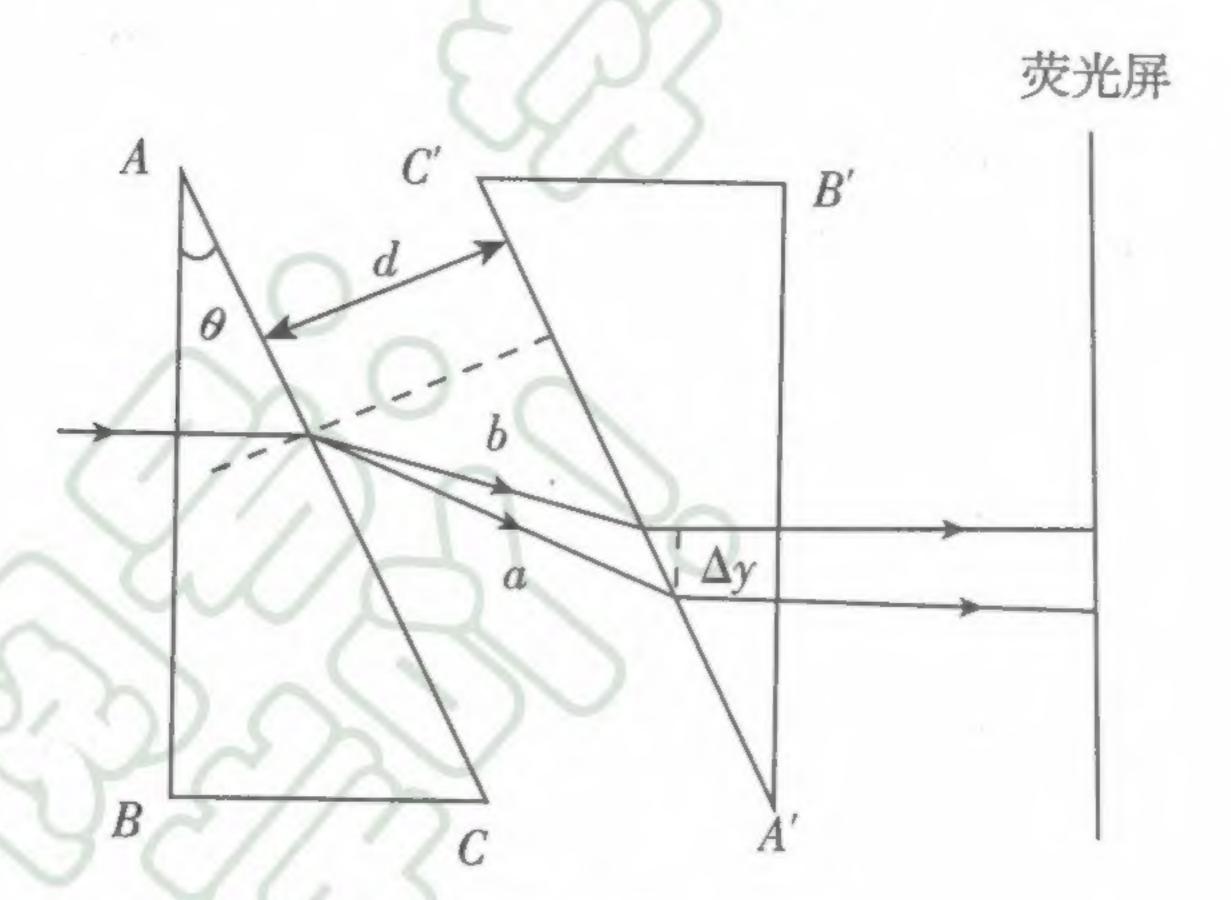
【名师指导】(I)利用线面垂直的性质定理证明  $A_1A_{\perp}BM$ ,再利用线面垂直的判定定理证明  $BM_{\perp}$ 平面  $A_1ACC_1$ ,进而得  $BM_{\perp}AC$ ,再证明  $\triangle ABC \triangle \triangle MAB$ ,利用相似比,即可得解;(II)建立合适的空间直角坐标系,分别计算出平面  $MBC_1$  和平面  $CBC_1$  的一个法向量,再利用空间向量的夹角公式和同角三角函数的基本关系,即可求解.

【全能解析】(I)连接  $AC, A_1C_1$ .

因为  $A_1B_1C_1D_1-ABCD$  是四棱台,

(2)(10分)

解:(i)作出光路图如图所示,激光打到 AC 边时,三种光的入射角为  $\theta$ =37°



设 c 光发生全反射的临界角为 α,则有

$$\sin\alpha = \frac{1}{n_3} = \frac{4}{7} \quad (1 \, \text{sg})$$

因为  $\sin\theta$ > $\sin\alpha$ , c 光在 AC 边发生全反射, 不能从 AC 边射出 (2分)

(i)设 a、b 光在 AC 边发生折射时的折射角分别为 r<sub>1</sub> 和 r<sub>2</sub>,由折射定律得

 $\sin r_1 = n_1 \sin\theta \quad (1 \, \mathcal{G})$ 

 $\sin r_2 = n_2 \sin\theta \quad (1 \, \text{分})$ 

设a、b两种光在A'C'边上的投影长度分别为 $L_1$ 和 $L_2$ ,由几何关系得

 $L_1 = d tan r_1 \quad (1 分)$ 

 $L_2 = d tan r_2$  (1分)

光屏上两个光点之间的距离为  $\Delta y = (L_1 - L_2) \sin\theta$  (1分)

联立各式得 
$$\Delta y = \frac{9d}{5} (\frac{\sqrt{14}}{7} - \frac{\sqrt{31}}{11})$$
 (2分)

【命题意图】本题以脉冲激光展宽器为背景,考查全反射 条件和折射定律,意在考查考生的分析能力和推理 能力。

35. (15分)

【参考答案】(1)3s²3p⁵ (1分) 同主族元素从上至下原子半径逐渐增大,导致吸引电子的能力逐渐减小,与 H的作用力逐渐减弱(或从四种物质共价键的稳定性角度解释也可) (2分) 氢键 (1分)

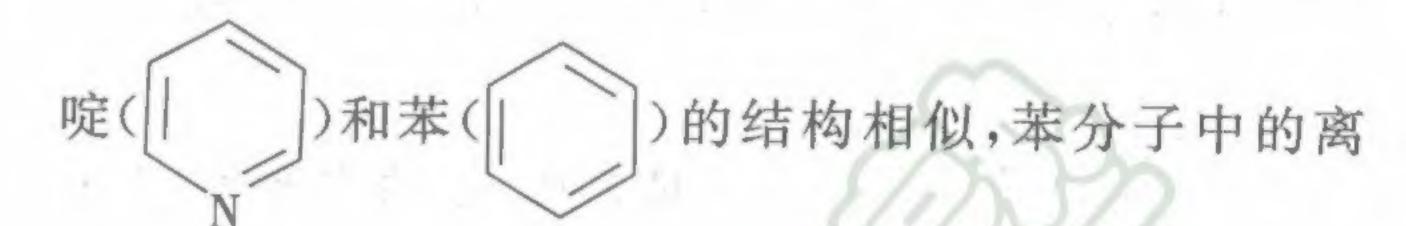
(2)D (2分) F>O>S>H (2分) 5 (1分)

(3) II6 (2分)

(4)各向异性 (2分)  $\frac{32\sqrt{3}}{a^2b\rho}$  (2分)

[命题意图]本题以非金属元素为载体考查物质结构与性质,涉及电子排布式、酸性强弱原因的判断、杂化方式电负性比较、σ键数目的判断、离域π键的判断、晶体的性质及相关计算等知识点,渗透了宏观辨识与微观探析的学科核心素养。

【全能解析】(1) C1 元素的原子序数为 17, 其价电子排布式为  $3s^23p^3$  同主族无秦从占至下原子半径逐渐增大, 导致吸引电子的能力逐渐减小,与 H 的作用力逐渐减弱, 故氢化物的酸性逐渐增强, 酸性也与共价键的稳定性有关; HF 酸性弱的原因还与分子间氢键有关。
(2) 根据 SbFs 的分子结构可知, SbFs分于内含有 5 个  $\sigma$  键, 空间构型为三角双锥形, 中心原子 Sb 的杂化方式为  $sp^3$  d 杂化;  $HSO_3$  F 分子中所含元素电负性由大到小的顺序为 F>O>S>H; 1 个  $HSO_3$  F 分子中含有 5 个  $\sigma$  键, 故 1 mol  $HSO_3$  F 中含有  $5N_A$  个  $\sigma$  键。(3) 吡



域 $\pi$  键表示为 $\Pi_{6}^{6}$ ,则吡啶分子中的离域 $\pi$  键也表示为 $\Pi_{6}^{6}$ 。(4)晶体的各向异性是指物质的某些物理性质随着方向的改变而有所变化,在不同的方向上呈现出差异的性质;由石墨晶胞结构可知晶胞底面积为 $\sqrt{3}$   $a^{2}$  cm<sup>2</sup>,晶胞体积为 $\sqrt{3}$   $a^{2}$  bcm<sup>3</sup>,晶胞中含有 4 个碳原

子,根据密度计算公式可得石墨的密度  $\rho = \frac{32\sqrt{3}}{a^2bN_A}$ ,故

$$N_{\rm A} = \frac{32\sqrt{3}}{a^2bo}$$
.

36. (15分)

【参考答案】(1)醛基、醚键 (2分)

苯甲酸 (2分)

(4)还原反应 (2分)

(5)4 (2分)

异构体、结构简式、化学方程式书写、合成路线设计 等,重点考查考生的理解与辨析能力、分析与推理能 力、归纳与论证能力。

【全能解析】(1)由题中 A 的结构简式可知, A 含有的 官能团为醛基和醚键。(2)对比 A、C 的结构简式,可 以看出A到C苯环上多了一个硝基,醛基被氧化成 了羧基,再根据反应条件B到C是硝化反应,可推知 A到B是醛基被氧化成羧基,故B的结构简式为

B的名称为3,4-二甲氧基苯甲酸。(3)由C的结构 简式中含有羧基,可知其与甲醇发生酯化反应,反应

和 E 的结构简式,从 D 到 E 硝基变氨基,去 O 加 H, 故发生了还原反应。(5)D的分子式为 C<sub>8</sub>H<sub>7</sub>O<sub>6</sub>,满 足题干要求除含有苯环外还含有2个碳原子,1 mol X与足量的金属 Na 反应可生成 2 g H2, 说明分子中 含羧基或羟基,且总个数为2,分子中有3种化学环 境的氢且个数比为3:2:2,则可推出分子中含有甲

$$COOCH_3$$
  $OOCCH_3$   $OOCC$ 

式,再由C到D、F到G的反应条件可得出合成路线。 37. (15分,除标注外每空2分)

【参考答案】(1)粪臭素为唯一 防止外来微生物的 入侵对操作空间、操作者的衣着和手进行清洁和 消毒;对培养器皿、接种用具和培养基等进行灭菌; 操作应在酒精灯火焰附近进行;操作时应避免已灭

菌处理的材料用具与周围物品相接触 (3分)

(2)在一定的培养条件下,同种微生物表现出稳定的 菌落特征,不同微生物的菌落特征不同

②排除灭菌及培养等条件下对粪 臭素分解产生的干扰,使实验结果更准确 120

【命题意图】本题主要考查微生物培养技术的相关知 识,意在考查学生获取信息、运用所学知识分析解决 问题的能力,考查科学思维、科学探究和社会责任等 核心素养。

【全能解析】(1)分离筛选粪臭素高效降解菌株 YKSW-6,应在以粪臭素为唯一碳源的培养基上进 行培养;获得纯净微生物的关键是防止外来微生物 的入侵;防止杂菌污染的措施包括对操作空间、操 作者的衣着和手进行清洁和消毒,对培养器皿、接 种用具和培养基等进行灭菌,操作应在酒精灯火焰 附近进行,操作时应避免已灭菌处理的材料用具与 周围物品相接触。(2)可根据菌落特征进行筛选, 这是因为在一定的培养条件下,同种微生物表现出 稳定的菌落特征,不同微生物的菌落特征不同。 (3)①转速与溶氧有关,在转速为0~180 r/min时,随

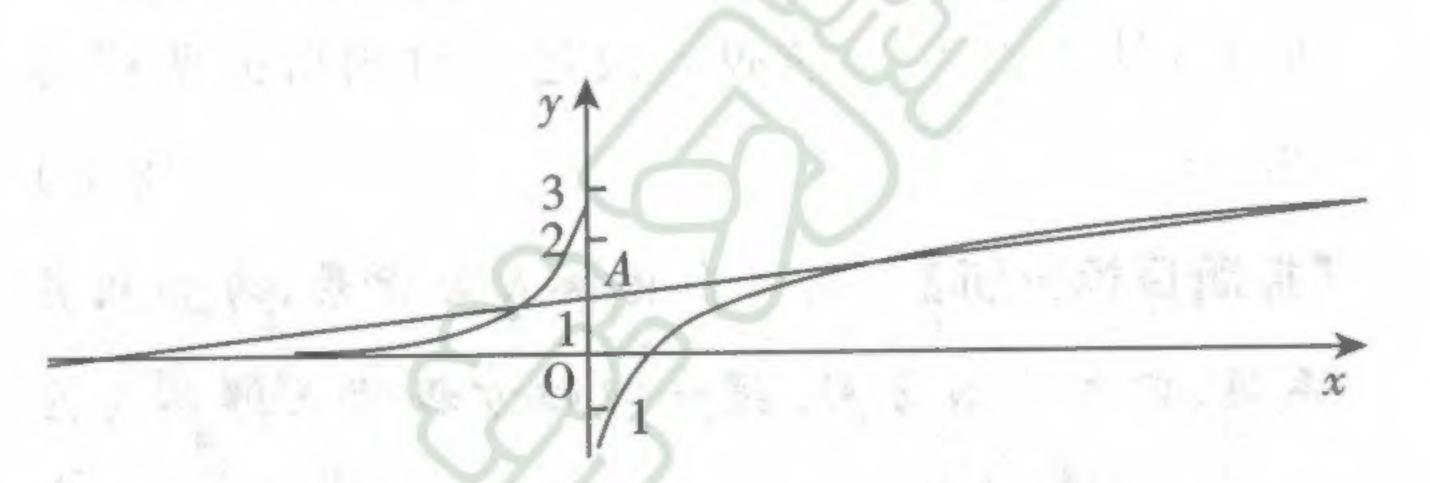
$$20\sin\left(\frac{10\pi}{3}t-\frac{\pi}{2}\right)$$
,故选 A.

【押题目标分析】本题以简谐振动为背景,通过考查三 角函数在生活中的应用,体现了高考评价体系对高考 数学的应用性及逻辑思维能力、数学建模能力、数学 创新能力考查要求.

#### 10.【参考答案】A

【命题意图】本题考查分段函数、导数的几何意义,考 查运算求解能力、推理论证能力、数形结合的思想、 函数与方程的思想,考查数学运算、直观想象核心

【全能解析】由 g(x) = 0 得 f(x) = ax + 1,作出函数 f(x)和y=ax+1的图象如图所示.直线 y=ax+1恒过点A(0,1).过点A(0,1)作曲线 $y=\ln x$ 的切 线,设切点为  $(x_1,y_1)$ . 因为  $y' = \frac{1}{x}$ , 所以  $\frac{1}{x_1} =$  $\frac{\ln x_1 - 1}{x_1}$ ,解得  $x_1 = e^2$ ,此时直线的斜率  $a = \frac{1}{e^2}$ ,由图 可知若 g(x)存在4 个零点,则 a 的取值范围是 (0,e<sup>-2</sup>),故选 A.



#### 11. 【参考答案】C

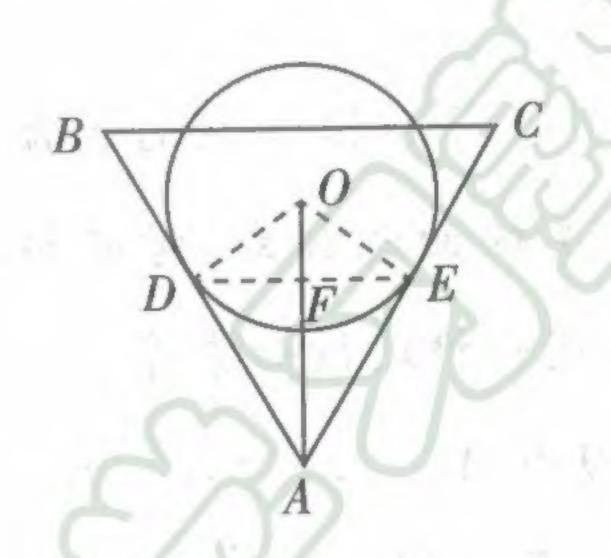
【命题意图】本题考查圆的方程、双曲线的几何性质、 点到直线的距离公式,考查推理论证能力、运算求解 能力,考查数学运算、逻辑推理核心素养.

【全能解析】圆  $A: x^2 + y^2 - 4y + 3 = 0$  化成标准方程 为  $x^2 + (y-2)^2 = 1$ , 其圆心为 A(0,2). 设点 M(x,y),  $M|MA|^2 = x^2 + (y-2)^2 = y^2 + 1 + y^2$  $4y+4=2y^2-4y+5 \ge 3$ ,所以  $|MN|_{min}=|MA|_{min}=1$  $1=\sqrt{3}-1$ ,此时  $M(\sqrt{2},1)$ ,故直线 MA 的方程为 x+ $\sqrt{2}y-2\sqrt{2}=0$ . 易知  $F(\sqrt{2},0)$ ,则点 F 到直线 MA 的 距离  $d = \frac{|\sqrt{2} - 2\sqrt{2}|}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{6}}{3}$ ,所以  $S_{\triangle FMN} = \frac{1}{2} \times$  $(\sqrt{3}-1)$ × $\frac{\sqrt{6}}{3}$ = $\frac{3\sqrt{2}-\sqrt{6}}{6}$ ,故选 C.

#### 12. 【参考答案】B

【命题意图】本题考查球的性质、圆锥与球的体积公 式,考查运算求解能力、空间想象能力,考查直观想 象、数学运算核心素养.

【全能解析】在轴截面中,设圆 O 与正三角形 ABC 的 两边 AB, AC 分别 切于 D, E 两点, 连接 OD, OE, DE,OA,DE交于点F则OD上AD,OE上AE,OA上 DE,  $\angle OAE = \angle OEF = 30°$ , 由球的表面积为  $12\pi$  知,  $R = \sqrt{3}(R)$  为球的半径),故  $EF = \frac{3}{2}$ ,  $AF = \frac{3\sqrt{3}}{2}$ ,  $OF = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ,则球与容器形成的封闭空间内水的体积V = $V_{\text{\tiny MMEAF}} - \left(\frac{1}{3}V_{\text{\tiny MM}} - V_{\text{\tiny MMEOF}}\right) = \frac{1}{3} \times \pi \cdot EF^2 \cdot AF \left(\frac{1}{3} \times \frac{4}{3} \pi R^3 - \frac{1}{3} \times \pi \cdot EF^2 \cdot OF\right) = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot EF^2 \cdot$  $OA - \frac{4}{9}\pi R^3 = \frac{1}{3} \times \pi \times \left(\frac{3}{2}\right)^2 \times 2\sqrt{3} - \frac{4}{9}\pi \left(\sqrt{3}\right)^3 =$  $\frac{\sqrt{3}}{6}\pi$ ,故选 B.



#### 13. 【参考答案】3

【命题意图】本题考查向量的模、平面向量数量积,考 查运算求解能力,考查数学运算核心素养.

【全能解析】由  $|m| = \sqrt{2}$ , 得  $\sqrt{x^2 + 1} = \sqrt{2}(x > 0)$ ,解 得x=1,所以m=(1,1).又n=(1,2),所以 $m \cdot n=$ 

# 14.【参考答案】

【命题意图】本题考查诱导公式、三角恒等变换、同角 三角函数的基本关系,考查运算求解能力、推理论证 能力,考查数学运算、逻辑推理核心素养.

【全能解析】 
$$\frac{\sin 2\alpha - \sin\left(\alpha - \frac{13\pi}{2}\right)}{2\sin^2\alpha - 3\cos\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right)} = \frac{2\sin\alpha\cos\alpha + \cos\alpha}{2\sin^2\alpha + 3\sin\alpha}$$